

EL REAL INGENIO DE LA MONEDA DE SEGOVIA

"Fábrica industrial más antigua, avanzada y completa que se conserva de la humanidad"

Razonamiento científico de la propuesta para su declaración como
PATRIMONIO DE LA HUMANIDAD

Cámara Oficial de Comercio e Industria de Segovia



Cámara
Segovia



Ficha Catalográfica

En la portada: algunos de los cuños de rodillo que conserva el Museo Casa de la Moneda de Madrid, con fechas que van desde 1620 hasta 1745. Son probablemente los instrumentos de mayor precisión y más antiguos que se conserva de la humanidad para la fabricación masiva, mecánica y en serie de un producto industrial. (Museo Casa de la Moneda [Foto: Glenn Murray]).

ADVERTENCIA: Reservado todos los derechos. De conformidad con lo dispuesto en el art. 534-bis del Código Penal vigente, podrán ser castigados con penas de multa y privación de libertad quienes reprodujeren o plagieren, en todo o en parte, una obra literaria, artística o científica fijada en cualquier tipo de soporte sin la preceptiva autorización.

*“EL REAL INGENIO DE LA MONEDA DE SEGOVIA,
Fábrica industrial más, antigua, avanzada y completa que se conserva de
la humanidad”.* Razonamiento científico de la propuesta para su declaración
como PATRIMONIO DE LA HUMANIDAD.

© Cámara de Comercio e Industria de Segovia - Glenn Stephen Murray
Fantom - 2008. Edita: Cámara de Comercio e Industria de Segovia.

EL REAL INGENIO DE LA MONEDA DE SEGOVIA

***"Fábrica industrial más antigua, avanzada y completa
que se conserva de la humanidad"***

Razonamiento científico de la propuesta para su declaración como PATRIMONIO DE LA HUMANIDAD

CÁMARA DE COMERCIO E INDUSTRIA DE SEGOVIA
Texto y maquetación por Dr. Glenn Stephen Murray Fantom

Presidente, Asociación Amigos de la Casa de la Moneda de Segovia

CON LA COLABORACIÓN ESPECIAL DE:

Andreas Udo Fitzel: Técnico numismático, Stuttgart, Alemania
Volker Benad-Wagenhoff: Landesmuseum für Technik und Arbeit, Mannheim, Alemania

REVISIÓN DE TEXTOS:

Miguel Ángel Herrero

Vicepresidente, Asociación Amigos de la Casa de la Moneda de Segovia

AGRADECIMIENTOS:

Asociación Amigos de la Casa de la Moneda de Segovia [banco de imágenes]
Monika Lücke, Dietrich Lücke: Museum Alte Münze, Stolberg (Harz) Alemania
Ralf Schürer: Germanisches National Museum, Nürnberg, Alemania
Uta Wallenstein: Schlossmuseum, Gotha, Alemania
Ulf Dräger: Kunstmuseum des Landes Sachsen-Anhalt, Halle, Alemania
Christoph Emmendorffer: Maximilianmuseum, Augsburg, Alemania
Michael Reissner, Martin Erbe: Staatliche Münzen Baden-Württemberg, Stuttgart, Alemania
Wolfgang Knobloch: Badisches Landesmuseum, Karlsruhe, Alemania
Museo Rosgarten, Konstanz, Alemania

Juan Teodoro, Julio Torres: Museo Casa de la Moneda, Madrid, España
Museo de Navarra, Pamplona, España
Caja de Ahorros de Segovia, España
Museo Arqueológico Nacional, España

Heinz Moser: Hall en Tirol, Austria
Andreas Ablinger: Münze Hall, Hall en Tirol, Austria
Werner Nuding, Hall en Tirol, Austria
Tiroler Landesarchiv, Innsbruck, Austria

Schwiezerisches Landesmuseum, Zurich, Suiza

Valeria Boscolo: Biblioteca Nazionale Marciana, Venezia, Italia
Museo del Patrimonio Industriale, Bologna, Italia
Museo Civico d'Arte Industriale, Bologna, Italia
Paola Giovetti: Museo Civico Archeologico, Bologna, Italia
Museo de la Ciencia y Tecnología Leonardo da Vinci, Milán, Italia
Roberto Ganganelli: Cronaca Numismatica, Sesto Fiorentino, Italia
Giuliano Marchetti: Fondazione Antica Zecca di Lucca, Lucca, Italia
Emanuela Ercolani: Universidad de Bologna, Italia
Maria Bernabò Brea: Museo Archeologico Nazionale, Palazzo della Pilotta, Parma, Italia
Ugo Bazotti: Palazzo Te, Mantua, Italia
Manuel Pérez García: European University Institute, Florencia, Italia

Vlastimil Kalinec: Casa de la Moneda de Kremnica, Eslovaquia
Múzeum Mincí a Medailí, Kremnica, Eslovaquia



Foto: Paisajes Españoles, S.A.

EL REAL INGENIO DE LA MONEDA DE SEGOVIA

"Fábrica industrial más antigua, avanzada y completa
que se conserva de la humanidad"

Razonamiento científico de la propuesta para su declaración como
PATRIMONIO DE LA HUMANIDAD

ÍNDICE

PRESENTACIÓN

Jesús Postigo, *Presidente de la Cámara de Comercio e Industria de Segovia* 6

INTRODUCCIÓN 7

I. TALLERES ARTESANALES DE OTRAS INDUSTRIAS 9

II. ACUÑACIÓN DE MONEDA:
UNA TECNOLOGÍA PUNTERA Y SU MECANIZACIÓN 15

III. FÁBRICA O PLANTA INDUSTRIAL COMO UN CONCEPTO NUEVO 45

IV. PATRIMONIO HISTÓRICO INDUSTRIAL DE LA HUMANIDAD 67

V. EL PROYECTO DE REHABILITACIÓN 73

VI. LOS RECONOCIMIENTOS 81

Notas 83

Bibliografía..... 85

El autor, **Glenn Stephen Murray Fantom**, es Doctor en Historia por la Universidad de Valladolid. Su tesis doctoral *EL REAL INGENIO DE SEGOVIA, INDUSTRIA Y MONEDA* recibió la calificación de *Sobresaliente "Cum Laude"* por el tribunal compuesto por las siguientes autoridades: Dr. Gonzalo Anes y Álvarez de Castrión (presidente), Dr. Guillermo Céspedes del Castillo (1º vocal), Dra. María José Martín Peñato (2º Vocal), Dr. Manuel Abad Varela (3º vocal), y Dr. Juan Helguera Quijada (secretario). Es Presidente-Fundador de la *Asociación Amigos de la Casa de la Moneda de Segovia*, y patrono por dicha Asociación del Patronato de la *Fundación Real Ingenio de la Moneda de Segovia*. Es autor, junto con el Comité Científico de la Fundación, del *Proyecto Director Museístico* que forma parte del Proyecto de Ejecución que se está realizando actualmente en la rehabilitación del edificio.

Nota sobre fotografías:

Las imágenes indicadas "**Amigos de la Ceca de Segovia [G. Murray]**" pertenecen al banco de imágenes de la *Asociación Amigos de la Casa de la Moneda de Segovia*, fotografiadas por Glenn Murray.

Vista aérea de Segovia,
con el Real Ingenio
señalado (izda.)

PRESENTACIÓN

La Cámara de Comercio e Industria de Segovia, tan orgullosa como preocupada por el Patrimonio Histórico Industrial de nuestra Provincia, ha tomado la decisión de impulsar el reconocimiento Internacional sobre el primer monumento de este tipo que nos pertenece: el Real Ingenio de la Moneda de Segovia, fundado por el rey Prudente, Felipe II, y construido entre 1583 y 1588 por su arquitecto Juan de Herrera, con la colaboración de un comité de expertos enviados desde Austria a España por su primo, el Archiduque Fernando de Tirol.

Para lograr una acertada descripción de la técnica e historia del monumento, hemos concertado la colaboración del doctor en Historia y presidente de la Asociación Amigos de la Casa de la Moneda de Segovia, D. Glenn Stephen Murray Fantom, cuya tesis doctoral trata precisamente del Real Ingenio de la Moneda.

Murray, numismático desde los 7 años de edad, y autor de más de un centenar de artículos, libros, conferencias y exposiciones sobre cecas españolas y la técnica de acuñar moneda, ha ampliado recientemente sus investigaciones, con el apoyo de la Cámara de Comercio e Industria de Segovia, al estudio de otras cecas europeas y sus tecnologías, con la confianza de que lo descubierto podrá servir en el futuro para la musealización del Real Ingenio una vez terminada la obra de rehabilitación, pues es evidente que nuestra ceca mecanizada no fue un caso aislado en el tiempo ni en el espacio, y por esto creemos imperativo relacionar el contenido del futuro museo con su entorno tecnológico e industrial.

Segovia ya tiene la suerte de contar con el reconocimiento como ciudad PATRIMONIO DE LA HUMANIDAD a favor de su acueducto y casco histórico amurallado desde el año 1986. Este título coloca la ciudad entre la élite de los lugares del mundo donde el paso del hombre a través de los siglos, e incluso milenios, ha dejado testimonios excepcionales que han de ser cuidados y mimados para el disfrute y educación cultural de las generaciones venideras. Y aunque quisiéramos entender que ciertos monumentos extramuros de la ciudad se incluyen de iure en el sentimiento de la declaración de 1986 de la UNESCO -iglesias de San Millán, la Veracruz, San Lorenzo, Monasterio de El Parral, incluso nuestra sede cameral la Casa del Sello Real de Paños, etc.- hay uno, que por su excepcionalidad universal creemos que merece ser reconocido por mérito propio: el REAL INGENIO DE LA MONEDA DE SEGOVIA, la "Fabrica industrial más, antigua, avanzada y completa que se conserva de la humanidad": En el capítulo IV de este libro, el lector podrá ver como la Ceca de Segovia cumple con todos y cada uno de los criterios estipulados por la UNESCO para recibir dicho reconocimiento.

Es de gran satisfacción para la Cámara de Comercio que nuestra institución cuente ya con la inequívoca y unánime aprobación y apoyo de toda la corporación municipal del Excmo. Ayuntamiento de Segovia en su misión de impulsar el reconocimiento del Real Ingenio. En este sentido, es también fundamental para la ciudad que el entorno social del futuro Museo de la Ceca sea lo más arraigado posible, y por esto, desde esta institución, apoyamos desde sus inicios a la Asociación Amigos de la Casa de la Moneda, que a su vez ha facilitado la ampliación de las investigaciones del Dr. Murray encaminadas hacia el futuro proyecto museístico.

Al finalizar estas reflexiones, quisiera hacer un llamamiento a todo el sector turístico -desde los hosteleros hasta los tour-operadores-, al empresarial y comercial, para que también apoyen esta causa, pues muy pronto, nuestra ciudad contará con una nueva atracción singular y única en todo el mundo, que sin duda, en el futuro será uno de los eslabones más importantes en la primera industria y motor del bienestar de nuestra ciudad como es el turismo.

Concluyo repitiendo unas palabras que tuve oportunidad de pronunciar en Antigua-Guatemala, con motivo de mi intervención en la Asamblea Internacional de Cámaras de Comercio Iberoamericanas sobre Patrimonio Industrial, "en las Cámaras de Castilla y León y en particular en la de Segovia somos conscientes de la enorme importancia y responsabilidad que supone poner en valor el Patrimonio Industrial de nuestra Provincia y por ello estamos seguros que nuestra apuesta, es una apuesta de presente y de futuro; de presente, porque es una puesta en valor de algo que creará empleo y riqueza, y de futuro, porque habremos legado a nuestros descendientes el pasado común de todos"

Jesús Postigo Quintana, *Presidente de la Cámara de Comercio e Industria de Segovia*

INTRODUCCIÓN

El presente libro tiene varios objetivos, todos encaminados a justificar la declaración de *PATRIMONIO DE LA HUMANIDAD* a favor del Real Ingenio de la Moneda de Segovia, fábrica de moneda particular de Felipe II, diseñado y construido entre 1583 y 1588 por su arquitecto real, Juan de Herrera, con la colaboración de un equipo de especialistas que habían venido de Alemania precisamente para este propósito. Es una gran suerte para la humanidad que esta gran planta industrial haya sobrevivido a los avatares del tiempo -las guerras, el urbanismo y el desprecio en general por parte de la sociedad hacia viejas fábricas industriales-, mientras todos enfocaban su interés sobre otras estructuras más vistosas, como palacios, grandes catedrales, fortalezas, etc.

Puesto que queremos que se entienda al Real Ingenio como la planta industrial más importante de todas las construidas hasta su época, será necesario considerar también las cualidades y características de otras industrias coetáneas, centrándonos en la complejidad del producto fabricado, sus procesos industriales y los edificios donde estos fueron llevados a cabo. En este sentido, intentaremos mostrar que la acuñación de moneda era, a finales del siglo XVI, la industria más avanzada, departamentalizada y desarrollada de todas, en cuanto a las características de su producto -siempre troquelado masivamente en serie- y muy particularmente en cuanto a la mecanización de estos procesos. Es importante tener en cuenta que la moneda era un artículo "*consumer ready*" o sea acabado y listo para ser usado directamente por el consumidor en el momento que saliera de la fábrica, y por tanto no era un producto intermedio, como eran los resultados de procesar el mineral para obtener el metal en bruto, o la fabricación de textiles, que luego fueron convertidos por otras personas o empresas en productos para el consumidor: herramientas, utensilios, ropa, etc. Repasaremos por tanto, paso a paso, cada uno de los procesos implicados en la fabricación de una moneda.

Estudiaremos las máquinas que fueron introducidas en las cecas, basándonos tanto en los escasísimos ejemplares que han sobrevivido hasta hoy, como en dibujos y otras representaciones gráficas. Mostraremos los beneficios directos que proporcionó la mecanización de los diferentes procesos, casi siempre encauzada hacia el fin de lograr un producto de mayor precisión y seguridad, que fuera difícil de manipular o falsificar una vez puesto en manos del público. Explicaremos por qué la moneda era el primer producto fabricado en serie que llevaba siglas de control y garantía, explícita y permanentemente estampadas en cada pieza.

Como paso lógico en nuestro planteamiento, repasaremos también las otras casas de moneda que fueron mecanizadas con ingenios similares a los del Real Ingenio antes de la construcción de la planta segoviana, o sea desde el primer intento de usar máquinas para acuñar monedas hacia 1551, hasta el comienzo de la producción de monedas en el Real Ingenio en marzo de 1586. Explicaremos por qué la planta segoviana fue la fábrica de moneda mecanizada más grande del mundo no solo del siglo XVI sino también del XVII.

Al final, repasaremos el significado del Patrimonio Histórico Industrial, los elementos que actualmente componen este pequeño y poco conocido legado, y la importancia de los esfuerzos para impulsar su conservación y promoción para las generaciones venideras. Concluiremos proponiendo que el REAL INGENIO DE LA MONEDA DE SEGOVIA sea reconocido como la "*Fabrica industrial más antigua, avanzada y completa que se conserva de la humanidad*".

Caja Segovia.



Museo Arqueológico Nacional.



Imagen de un típico taller de acuñación a martillo, y diferentes monedas acuñadas con esta técnica en Segovia y en las cuáles se aprecian defectos de forma y estampado.

Museo Arqueológico Nacional.



Javier Verdejo Stlges.



Museo Arqueológico Nacional.



Ingenio mecánico de acuñar por laminación reconstruido en la Casa de la Moneda de Hall en Tirol, y ejemplo de la primera moneda acuñada con esta técnica de gran precisión en Segovia en 1586.



Museo Ceca Hall en Tirol.



I. TALLERES ARTESANALES DE OTRAS INDUSTRIAS

Para poder identificar correctamente al Real Ingenio de Segovia como la planta industrial más avanzada y vanguardista de su época, va a ser necesario primero hacer un breve repaso de los otros tipos de productos industriales coetáneas, y comparar éstos con la moneda y su fabricación. Pero antes de comenzar, sería conveniente tener en cuenta algunos conceptos básicos relativos a la moneda, que nos ayudarán a situar la fabricación de este producto dentro de su justo contexto respecto a los demás productos.

¿QUÉ ES LA MONEDA?

La moneda fue un invento de la antigüedad, apareciendo por primera vez en Lidia, en la costa sureste de la actual Turquía, entorno al año 640 a.C. Antes se había usado muchos diferentes artículos como "dinero" -granos, conchas, metales, piedras preciosas, animales, etc.-, cada uno con sus particulares inconvenientes: ser perecedero, dificultad de transporte, división en sub-unidades, atesorabilidad durante muchos años, etc. El estampado -acuñación o troquelado- de metales preciosos en unidades de peso y aleación uniforme solventaba estos problemas y la moneda fue rápidamente aceptada por casi todos los pueblos como la forma de "dinero" más conveniente. Hoy podemos decir que a través de su trayectoria de más de 2.600 años, la moneda es el producto industrial que más ha facilitado el avance de la civilización, liberando al ser humano de la laboriosa tarea de sembrar y cuidar individualmente su propia cosecha para poder sobrevivir, y por tanto facilitando la sociedad moderna que hoy conocemos. La moneda es un producto elaborado desde el comienzo hasta el final bajo una sola gestión, controlado siempre por los gobiernos y "*consumer-ready*", o acabado y listo para el uso por el consumidor cuando sale de la fábrica.

Teniendo en cuenta la importancia de la moneda como un producto industrial controlado, regulado e incluso fabricado por los estados, -y de hecho, cuya producción es rentable y de gran beneficio para los gobiernos- es evidente que los procesos industriales utilizados iban a estar siempre sujetos a mejoras en cuanto a la calidad del producto final, procurando que fuera difícil de falsificar o copiar, así como de manipular (recortar y limar) por los consumidores, una vez puesto en la calle (circulación de moneda). Esto era muy importante ya que se trataba de pequeños trozos de plata y oro que iban pasándose de unas manos a otras ininidad de veces y dentro de una amplísima zona geográfica, a lo largo de muchos años. Al contrario que en las demás industrias, las mejoras y novedades en los procesos de la acuñación de la moneda casi siempre fueron implantadas para asegurar la calidad del producto, y no para abaratar los costes de producción o reducir mano de obra, a pesar de que los que inventaban y promovían la venta de las máquinas para las cecas, generalmente, destacaban estas últimas ventajas, porque sus beneficios eran más inmediatos.

En la búsqueda de novedades tecnológicas para mejorar la moneda, siempre han existido, básicamente, dos retos primordiales: el de hacer que cada moneda aparezca visualmente idéntica a las demás de su tipo -tamaño y estampado o calidad de grabado-, y conseguir que cada pieza sea de especificaciones exactamente iguales en cuanto a su peso, contenido de metal fino, ley o aleación, etc. Las herramientas y los procesos industriales utilizados en las casas de moneda desde la antigüedad nos muestra que en realidad, se estaba fabricando masivamente un producto industrial en serie desde su comienzo hasta final, o sea hasta tener el producto listo para ser utilizado directamente por el consumidor. En este sentido, destacamos que otras industrias, como las de textiles o metalurgia, solían sacar productos intermedios, como lana, seda o algodón hilado, pero no ropa para

ser utilizado directamente por el consumidor; o metales en bruto, que más tarde serían transformados en otros talleres en productos para el consumidor, como clavos, alfileres, herramientas, etc.

Toda la trayectoria de la industria en torno a la fabricación de moneda puede ser dividida en dos partes fundamentales, marcados por la introducción hacia la mitad del siglo XVI, de maquinaria en el proceso, siendo este momento histórico el que consideramos en este estudio. La mecanización de la fabricación de la moneda es lo que ha facilitado en gran medida los adelantos en calidad respecto a los retos que hemos citado en cuanto a la reproducción con exactitud, una y otra vez, del diseño o tipo estampado en la moneda, así como la precisión en cuanto al diámetro y grosor de la pieza, características, estas últimas, que influyen directamente en su peso, etc. La impresión o estampado completo del diseño o tipo de la moneda, facilitado también por las máquinas, es clave para dificultar la falsificación de la pieza fabricada. Este problema de falsificación de un producto industrial acabado para el uso de la gente corresponde más a los modernos productos de nuestros tiempos, tal y como relojes, bolsos, zapatos y ropa de diseño, o CDs de películas o música, ya que la falsificación -engaño al consumidor- no solía ser un problema en otros productos del siglo XVI, pero sí lo era en cuanto a la moneda, y de una manera muy importante.

Por lo tanto, con toda certeza podemos afirmar que entre mediados y finales del siglo XVI, se estaba fabricando un producto industrial en algunas cecas europeas ya mecanizadas, dotado de ciertas características no artesanales, sino similares a las técnicas que marcan por excelencia la época de la "Revolución Industrial" posterior a 1780, e incluso que no se logra en otras industrias hasta mediados del siglo XIX. O sea, se está fabricando masiva y mecánicamente en serie un producto industrial de gran precisión, provisto de siglas de control y garantía -como veremos más adelante-, listo para su utilización.

La departamentalización del edificio o planta donde se fabricaba este producto, y la gran especialización de los oficiales o expertos necesarios para cada paso del proceso, ayudan a definir las características de las primeras cecas mecanizadas, que como veremos a continuación, tiene su muestra por excelencia en el Real Ingenio de Segovia. Teniendo en consideración estos conceptos básicos y relativos a la moneda, procederemos a analizar brevemente otras industrias típicas de mediados del siglo XVI antes de calificar la acuñación de moneda como la más desarrollada y avanzada entonces existente. Tomaremos dicho siglo como punto de referencia, o comienzo, porque en el Renacimiento, ya en marcha, es cuando se inicia la mecanización de las fábricas de moneda y, en nuestro caso en concreto, cuando se construye el Real Ingenio de la Moneda en Segovia, que queremos definir no sólo como la planta industrial más antigua y completa que se conserva hoy, sino también la más grande e importante jamás construida hasta entonces.

INDUSTRIAS RELACIONADAS CON LA AGRICULTURA

La agricultura está generalmente considerada como la primera industria llevada a cabo por el hombre y era, sin duda, la primera en disfrutar de la mecanización de algunos de los procesos posteriores relacionados. El molimiento, triturado o aplastamiento de productos como granos, aceitunas, caña de azúcar, etc. con piedras de moler o rodillos movidos por agua, viento o animales, fue muy común y su uso ampliamente extendido bastante antes del siglo XVI. No obstante, no podemos considerar estas actividades sino como industrias simples, incluso cuando fueron mecanizadas, puesto que las tareas no requerían gran especialización y todas podían ser entendidas o llevadas a cabo por una persona, o sea no eran industrias complejas. Aunque existían cientos de miles de molinos para fabricar harina repartidos por toda la geografía euroasiática y norafricana y las regiones que los estados europeos iban colonizando en otras partes del mundo, no podemos considerar ninguno de ellos como una auténtica planta industrial, con departamentos y obreros altamente especializados, como vamos a encontrar en algunas fábricas de moneda de esta época.

INDUSTRIA EN GENERAL

En general, hemos de entender que los productos industriales del siglo XVI fueron aquellos que se fabricaban con algunas manipulaciones relativamente básicas de materiales en bruto, como granos, textiles, metales, químicos, madera, cuero, papel, vidrio, etc. La producción se llevó a cabo en talleres pequeños del tipo artesanal, con un mínimo de herramientas movidas a mano, como martillos, tijeras, serruchos, fuelles, etc. Típicamente, los múltiples procesos que se seguían para fabricar un producto fueron llevados a cabo por diferentes personas, cada uno en su casa o taller, y desde donde se iba pasando el producto aún sin terminar a la persona siguiente para que éste realizara su parte.

En general, los expertos suelen reducir casi todos los procesos relacionadas a las técnicas de formar materiales en cuatro grandes categorías: fundir, golpear, cortar, y unir. Se considera que las industrias que empleaban las técnicas más avanzadas en este sentido fueron las metalúrgicas, que a partir del siglo XIII comenzaban a usar máquinas para formar láminas, alambres, etc. A partir del siglo XVI, existían laminadores para estirar hierro y cortar clavos con aparatos movidos por ruedas hidráulicas. Los talleres más sofisticados que empleaban herramientas mecánicas de alta precisión fueron los de los relojeros, cerrajeros y joyeros, pero a pesar de que sus máquinas fueron muy vanguardistas en estos campos, no tuvieron aplicación fuera de talleres pequeños y artesanales^[1].

La historia de la técnica y de los procesos industriales es un mundo en si mismo y hay desacuerdo entre muchos de los expertos sobre las definiciones exactas que se han de usar para describir los diferentes términos, épocas y otros aspectos relacionados. No obstante, hay dos cosas claras al repasar los textos y estudios relacionados con este campo: primero, casi todos parten de la época de la llamada Revolución Industrial (finales del siglo XVIII) como si la mecánica no existiera antes, y en general, ningún experto se ha fijado detalladamente en la fabricación de la moneda, y más en concreto en el momento de la mecanización del proceso industrial de su elaboración, señalando a la moneda como ejemplo de un producto de alta precisión fabricado masivamente en serie con diferentes máquinas. Y aunque intentaremos introducir este concepto en la literatura sobre la historia de la técnica a través de este libro y sus ilustraciones, no queremos perder de vista que nuestro primer objetivo es simplemente mostrar que hoy en día no se conserva ninguna planta o fábrica industrial más avanzada o vanguardista que el Real Ingenio de la Moneda, dejando la definitiva comparación de la acuñación mecánica de moneda con los demás productos y procesos del siglo XVI en manos de los expertos en estas otras industrias.

INDUSTRIA TEXTIL

En Segovia llama la atención la producción de lana, con sus procesos del esquila, lavado, cardado, hilado, blanqueado o tintado, etc, realizados por muchas personas, cada uno en su propia casa, luego recogido y vendido por mercaderes. Una fábrica o planta industrial no fue necesaria, y de hecho, no se generaliza en la producción de textiles hasta el siglo XIX. Tampoco podemos considerar el textil en bruto un producto listo para usar, porque posteriormente había que transformar el material hilado en artículos de uso como ropa, mantas, sombreros, etc. Incluso, cuando el material primario -la lana, seda o algodón- se tejía en telares para fabricar un producto intermedio -tela- para más tarde ser convertido en producto final -la ropa-, los telares fueron primitivos y manuales y el cosido se hacía siempre a mano. Y aunque se empleaba muchos diferentes herramientas en el proceso, estos siempre eran movidos o accionados a mano -tijeras, cardador, peines, etc.- excepto en algunos casos aislados como los batanes, movidos por ruedas hidráulicas, para enfurtir la lana. Estos procedimientos se consideran "artesanales" y "preindustriales" porque ningún aspecto requería gran especialización por el obrero; o sea, cualquier trabajador podía, en teoría, realizar cualquier parte del proceso que, como veremos más adelante, no es el caso con la fabricación de moneda.

En cuanto a la producción de textiles, es digno de mencionar la industria de la seda en Italia, que llegó a ser puntera a nivel mundial en Bolonia hacia mediados y finales del siglo XVI, gracias precisamente a su mecanización. Esta industria, con orígenes en Lucca entre el siglo XIII y XIV se trasladó más tarde por motivos políticos a Bolonia, donde los productores aprovecharon de un intrincado sistema de canales dentro de la ciudad para mover sus enormes y complicados ingenios de hilar y embobinar la seda. Se alcanzó un alto nivel de perfeccionamiento y acabado de la seda precisamente porque la máquina era capaz de efectuar el hilado con mayor tino y uniformidad que a mano. Este proceso industrial mecanizado tuvo algunas características muy similares a las de la moderna producción masiva que atribuiremos a la fabricación de moneda en esta misma época. Hubo hasta 150 talleres mecanizados en Bolonia para la producción de seda al cierre del siglo XVI. No obstante, como hemos comprobado en persona y hablando con las autoridades sobre el patrimonio histórico-industrial en la ciudad de Bolonia, hoy no queda resto alguno de estas fábricas, ni siquiera de las impresionantes máquinas de hilar, todas construidas íntegramente de madera^[2]. Por el contrario, las máquinas y troqueles de acuñar moneda de esta época que han sobrevivido están fabricados en metal.

INDUSTRIA PAPELERA

La fabricación de papel era una industria muy extendida a finales del siglo XVI y se empleaban ciertas máquinas en el procesamiento de las fibras. El papero recibía su materia prima del trapero, que le proveía con trapos que había recogido para este propósito. Se solían usar ruedas hidráulicas para mover los mazos que trituraban los trapos y una gran prensa con un tórculo para exprimir el agua de las hojas una vez formadas. Pero el proceso era simple, no complejo, y un sólo experto podía llevar a cabo todo el proceso. Además, las fábricas donde se efectuaba el proceso, aunque tenían cierto grado de departamentalización, eran básicamente talleres artesanales hasta pasado el siglo XVIII, cuando se aumentó la productividad notablemente con la llamada pila holandesa. La *Enciclopedia francesa* de Diderot nos muestra una gran planta industrial en Langley, Francia, para la fabricación de importantes cantidades de papel, con numerosas pilas holandesas movidas por ruedas hidráulicas, pero dicha fábrica, como otras de su género, databa de mediados del siglo XVIII.

INDUSTRIA DE LA IMPRENTA

A mediados del siglo XV, el invento de la imprenta con tipos móviles, debido a Guttenberg, un herrero alemán, fue sin duda, un adelanto muy grande en lo que podemos considerar la tecnología. Los tipos móviles fueron producidos en plomo con moldes perfectamente rectangulares que permitían el montaje lineal de uno tras otro en un encaje perfecto. Con esta novedad comenzó un aspecto fundamental de la tecnología moderna: la intercambiabilidad de piezas. La precisión en la fabricación de la forma o base de las letras fue sumamente importante, porque sin obtener un correcto encaje lineal de las piezas, el conjunto se hubiera desechado en el momento de ajustar las barras laterales que las sostenían juntas. Incluso, podemos considerar la producción de hojas impresas o libros como uno de los primeros procesos industriales "en serie" para obtener un producto "*consumer ready*", o que sale del taller listo para ser utilizado por el consumidor. No obstante, todo el proceso podía ser realizado, en teoría, por una sola persona, sin ningún tipo de especialización importante y todo el trabajo se podía llevar a cabo en un taller de muy reducidas dimensiones, sin ningún tipo de máquina aparte del tórculo de la prensa, fuelles para realizar la fundición de letras, etc., que no precisaba fuerza motriz más allá que la fuerza del brazo de un hombre. Y además de ser la impresión de páginas -o incluso la encuadernación de libros- una tarea simple, no tuvo en el mercado, ni siquiera la mínima parte de demanda que tuvo la moneda, ni se necesitó su alta producción, ni precisaba de una gran planta industrial para realizar las labores.

INTERCAMBIABILIDAD DE PIEZAS

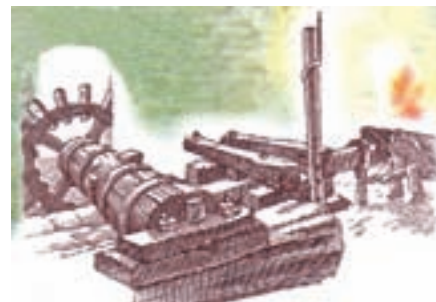
Como acabamos de mencionar, la intercambiabilidad de piezas es un concepto de gran importancia en la producción industrial, pero que no se logra con precisión hasta finales del siglo XIX. Las piezas intercambiables para arcabuces no fueron diseñadas hasta 1785. Tras el invento de su ingenio de algodón, Eli Whitney (1765-1825) trabajaba para diseñar piezas intercambiables para armas ligeras, que obviamente requería mayor precisión que los tipos moldeados de Guttenberg. Samuel Colt obtuvo una patente para su revólver en 1836, pero incluso en 1851, no había logrado producir piezas intercambiables para su famoso invento^[3]. La fabricación de este tipo de piezas dependía del previo invento de una maquina-herramienta de alta precisión, obligatoria para la producción en serie de piezas de alta uniformidad. Y era la fabricación de este tipo de piezas y productos relacionados lo que dio lugar a la necesidad de crear una planta industrial departamentalizada, donde cada uno de los procesos tuviera su departamento y su técnico especializado. En este sentido, aunque una moneda no era un componente intercambiable de un artillugio, se fabricaba en serie con alta precisión para que cada una tuviese exactamente las mismas características en cuanto a tamaño, peso, aleación, aspecto del estampado, etc., y esta uniformidad le confería otro tipo de intercambiabilidad en un sentido económico. Mencionamos estos aspectos tardíos de la intercambiabilidad de piezas porque la producción de moneda en el Real Ingenio de Segovia a partir de 1586, era un proceso similar de alta precisión utilizado para fabricar un producto mecánicamente en serie. Su realización en Segovia en una planta departamentalizada con diferentes expertos es un hecho precursor y vanguardista en la historia de las fábricas y de la industria en general; un hito en la historia de la humanidad.

INDUSTRIAS METALÚRGICAS

Los productos metalúrgicos -entre los cuales encontramos la moneda- fueron muy variados a finales del siglo XVI, y sus procesos industriales, sin duda, fueron los más sofisticados de aquellos tiempos. Hubo plantas especializadas que se dedicaban a la extracción de metales de los minerales, muchas veces logrando un alto

grado de refinamiento. Otras fábricas se especializaban en la fabricación de productos finales partiendo del metal en bruto adquirido para tales propósitos. Los conocimientos técnicos metalúrgicos, aunque básicamente empíricos por naturaleza, han sido fundamentales para el avance de la civilización. No obstante, no se construyen de manera generalizada plantas departamentalizadas y complejas -no simples- para la producción mecánica en serie de productos metálicos listos para el consumidor, hasta que la llamada Revolución Industrial ya estaba en marcha.

Las ferrerías eran plantas donde los minerales en bruto eran fundidos para extraer su contenido metálico. A partir de 1335 los documentos nos aseguran que estas fábricas en el norte de España disponían de grandes mazos movidos por ruedas hidráulicas para triturar el mineral. Ya, hacia el siglo XVI, hubo más de 200 de estas ferrerías sólo en el País Vasco, cada una producía hasta 100 toneladas de hierro cada año. Las fábricas eran bastante grandes, con su propio azud, canales y hasta seis grandes ruedas hidráulicas. Hubo departamentos especializados y diferenciados para los mazos, fuelles, carboneras, almacenes, e incluso aposentos o viviendas para hasta 20 o más obreros. Enormes cantidades de carbón y mineral fueron consumidos a diario y se transportaron localmente en barcos, diseñados especialmente para el propósito. Estas empresas fueron muy costosas de establecer y mantener en funcionamiento. A partir del siglo XIV y XV las plantas se iban modernizando poco a poco, con mazos y ruedas hidráulicas cada vez más grandes. Los canales de madera, o bazanos, típicos del siglo XV, fueron reemplazados hacia el siglo XVIII por otros de piedra. Pero las sucesivas modernizaciones dejaron desguazados o enterrados los restos anteriores hasta tal punto de que todos los restos que quedan hoy en día datan del siglo XVIII^[4].



Rueda hidráulica, mazo y fuelle de la ferrería de Compludo (León).

Las ferrerías eran fuentes importantes de metal en bruto y refinado para las demás industrias. Eran posiblemente las plantas industriales que más caracterizaban lo que podríamos llamar en términos generales un complejo industrial del siglo XVI. Pero los procesos industriales en ellas empleados, aunque requerían un conocimiento técnico muy específico, eran básicamente empíricos por naturaleza, y no se necesitaba un alto número de técnicos con variados conocimientos. Tampoco podemos considerar al producto de estas ferrerías un artículo listo para el uso del consumidor, ni producido masivamente en serie, como era la moneda, sino un producto intermedio que servía para abastecer otras fábricas que elaboraban artículos como alambre, clavos, y herramientas como martillos, cinceles, serruchos y un sin fin de objetos de metal que eran fabricados, en esta época, pieza a pieza de manera completamente artesanal en pequeños talleres artesanales. Incluso los grandes artículos metálicos como cañones, anclas, campanas de iglesias, etc. no dejaban de ser fabricados uno por uno de manera artesanal. Joyeros y plateros han elaborado piezas muy importantes desde la antigüedad y en el siglo XVI muchas de estas obras eran espectaculares, pero ninguna fue producida masivamente en serie por medios mecánicos hasta mucho después de la llamada Revolución Industrial.

Y a pesar de ser mecanizadas con grandes ruedas hidráulicas y su correspondiente sistema de azud y canales, las ferrerías no dejan de ser consideradas por los historiadores como empresas paleoindustriales. Por todos estos motivos, no debemos confundir empresas como las ferrerías con el tipo de producción industrial que se estaba llevando a cabo en el Real Ingenio a partir de 1586, ni comparar su simple elaboración de metal en bruto con el complejo sistema mecanizado de producción masiva de piezas de alta precisión en serie que se alcanzó con la fabricación de moneda en Segovia.

INDUSTRIA DE ARMAS

La producción de armas, sea en el siglo XVI o bien hoy, siempre ha disfrutado de gran interés por parte de los gobiernos y por tanto para los inventores, técnicos y empresas financieras. Las armas ligeras -arcabuces, pistolas, rifles, revólveres, etc.- se solían construir de componentes metálicos y de madera, cada parte en talleres diferentes, con el ensamblaje efectuado en algún otro taller. El proceso de fabricación era manual excepto el taladro del cañón, el cual se solía hacer con una máquina movida por agua. Los trabajadores solían estar organizados en gremios, pero no existía una planta o fábrica donde se llevaba a cabo la elaboración del producto desde el comienzo hasta el final. Un buen ejemplo de esta situación era la Real Fábrica de Armas de Palencia, en España, edificio construido por Felipe II en 1558 con el exclusivo propósito de recibir, de probar

uno por uno, y, posteriormente, de almacenar armas compradas a diferentes fabricantes externos. La organización "Real" se limitaba a efectuar los pedidos, supervisar, probar, almacenar y más tarde distribuir las piezas. Hacia finales del siglo XVIII se construyó otra real fábrica de armas en Oviedo donde se ensamblaba las piezas, pero en general este tipo de organización Real sólo duró hasta el siglo XIX, a partir de lo cual eran las empresas particulares las que se encargaban de fabricar y vender sus productos.

La fabricación de armas pesadas, como cañones, fue otra industria basada en la metalurgia, que consistía básicamente en la fundición de grandes piezas y su taladro posterior. La construcción de estas piezas fue ciertamente difícil, más que nada por su gran tamaño y peso, pero su elaboración no dejó de ser una tarea simple que no requería más de un sólo especialista -el fundidor- acompañado por sus ayudantes. Estos mismos fundidores podían fabricar también otras grandes piezas, como anclas para barcos y campanas para iglesias, pero la elaboración de semejantes artículos siempre se hacía de uno en uno, empleando técnicas que no dejaban de ser artesanales. Su producción no fue en serie, y cada pieza no necesitaba tener las mismas calidades que las demás, excepto el taladro de las armas que debía ser uniforme. Lo mismo se puede decir respecto a la fabricación de armas blancas como espadas, cuchillos, dagas, etc. Fabricados por herreros en pequeños talleres, las piezas fueron elaboradas una por una, nunca en serie, e incluso a veces se hacía una fase en un taller, o en casa de un vecino, y otra fase en la casa de otro. Se usaba alguna que otra máquina como martinetes o desbastadores, a veces movidas por ruedas hidráulicas, pero el limado se solía hacer a mano. No existían grandes plantas industriales con la departamentalización de procesos complejos, ni se introdujo maquinaria específica para garantizar la seguridad del producto final, tal y como ocurrió en el caso de la producción de moneda en el Real Ingenio.

En cuanto al trabajo de los fundidores, podemos destacar que ciertos artículos, más bien pequeños, sí fueron producidos en serie desde la antigüedad, utilizando y reutilizando moldes. No obstante estas tareas no eran complejas por naturaleza, sino simples, y bastaba tener un sólo especialista, el fundidor.

INDUSTRIA DE VIDRIO

La fabricación de vidrio fue también un proceso industrial simple que no requería numerosos expertos ni grandes plantas industriales. Su elaboración fue tan artesanal que sorprende saber que no se inventó un proceso mecanizado para la fabricación de botellas hasta 1907, que sería entonces cuando podemos decir que se fabricaba este producto en serie.

INDUSTRIA QUÍMICA

La fabricación de productos químicos constituía otro tipo de industria en el siglo XVI. Se elaboraba pólvora, tintes, aceites, etc. básicamente mediante el molido o triturado de ciertos productos y su combinación con otros. Los productos, tal y como los procesos para su obtención, fueron simples y artesanales, y los talleres entonces eran pequeños con un sólo especialista o experto.

OTRAS INDUSTRIAS

Fabricación de cuero, ropa, zapatos, sombreros, vajillas, joyería, y muchos otros productos del siglo XVI eran también puramente artesanales y nunca piezas complejas de alta precisión fabricados mecánicamente en serie. Había también los que construían carruajes, barcos, muebles, y semejantes artículos grandes o pequeños. Aunque en algunos casos se necesitaban equipos altamente especializados -arquitectos, carpinteros, cerrajeros, etc- estos productos tampoco fueron fabricados mecánicamente en serie. A veces se necesitaban talleres grandes y especializados, como por ejemplo para la construcción de barcos, pero ninguna de estas actividades se realizaban en una planta industrial del tipo del Real Ingenio de la Moneda de Segovia.

Y añadimos que aunque a veces había ciertas ordenanzas o reglas en cuanto a la calidad y procedimientos a seguir en la producción, ninguna de ellas fueron tan estrictas, para la elaboración de un producto de tan alta precisión, con marcas de control y garantía, estampados directamente en cada pieza, como fue el caso de la fabricación de moneda.



Algunos de los cuños de rodillo que conserva el Museo Casa de la Moneda de Madrid, con fechas que van desde 1620 hasta 1746. Son probablemente los instrumentos de mayor precisión y más antiguos que se conservan de la humanidad para la fabricación masiva, mecánica y en serie de un producto industrial.

II. ACUÑACIÓN DE MONEDA: UNA TECNOLOGÍA PUNTERA Y SU MECANIZACIÓN

Para comprender en todos los sentidos la singularidad e importancia del Real Ingenio de Segovia, debemos considerar las características del producto para el cual fue diseñado a propósito para elaborar en 1583. Hemos de destacar que la moneda es, y siempre ha sido, un producto del estado o de los gobiernos que la emite, aunque muchas veces su elaboración fue, y todavía es en muchos casos, encargada o contratada a terceros. Volviendo a sus comienzos, la moneda fue sin lugar a duda el primer medio de propaganda política o publicidad, capaz de llevar la imagen del César o rey, junto con uno u otro eslogan deletreado, que llegaba a las manos de cada súbdito, y por tanto, de incalculable trascendencia entendido como signo de ocupación de territorios y símbolo de nación. No sorprende por tanto que cada paso de su fabricación y cada detalle que regulaba su tipo, peso, aleación, dimensiones, los trabajadores que la producían, las fábricas donde fue elaborada, incluso su uso, valor y aceptación, estaba controlado al máximo por las más altas instancias. Y aunque hubo otras industrias en el siglo XVI que también estaban sujetas a ciertos controles y regulaciones gubernamentales, ninguna fue de modo tan estricto y detallado como las que regulaban la fabricación de moneda. Basta citar por ejemplo la Ordenanza de 1497, promulgada por los Reyes Católicos, un compendio de 74 capítulos. El incumplimiento de uno de doce de ellos implicaba la pena de muerte para el trabajador responsable.

MARCAS DE CONTROL Y GARANTÍA

La moneda fue quizás el primer producto elaborado masivamente en serie para el consumidor general que vino provisto en cada pieza de siglas de origen, control y garantía, algo común en los productos modernos de hoy. Las primeras monedas emitidas en la antigüedad por los griegos y romanos ya llevaban una "marca de ceca" para indicar su origen o la fábrica de procedencia. Más tarde, se incorporaban otras marcas de control, como por ejemplo, la fecha, la sigla del ensayador y el valor. La fecha está presente en monedas de algunos países desde hace muchos siglos, pero más que nada para ostentar períodos de reinado de uno u otro monarca. No obstante, Felipe II, -tras desarticular una red de falsificadores que había operado dentro de las cecas españolas durante más de 20 años-, ordenó en 1588 la inclusión del año de acuñación en todas las monedas, como una decidida y bien calculada medida de control, así decía: "... para que mejor se pueda lo que se quiere saber"^[5]. De hecho, la nueva medida se había estrenado dos años antes en el Real Ingenio de Segovia, que acuñaba la primera moneda española con fecha en 1586, año de la puesta en marcha de su producción.

Pero una de las marcas de garantía más importantes, y presente desde 1497 en toda la moneda española que contenía cualquier aleación de plata u oro, era la sigla del ensayador, generalmente la primera letra o letras del nombre o apellido de dicho oficial. La combinación de estas tres siglas o marcas de control en cada pieza fabricada garantizaba la eficaz e inequívoca identificación de los trabajadores responsables para su producción. La presencia de los tres símbolos en cada moneda no sólo constituía una prueba contundente en los juicios contra actuaciones criminales cometidos en su fabricación, sino que en teoría también servía como medida disuasoria para prevenir los intentos de fraude interno en la fábrica. Vemos por tanto un sistema muy vanguardista y sofisticado en cuanto al concepto de seguridad que afectaba a la fábrica, al trabajador y al producto, que no se da en ninguna otra industria del siglo XVI, ni siquiera siglos después.



Museo Arqueológico Nacional.

La marca del valor dado por el gobierno a cada pieza -incluido en el estampado- ayudaba también a la correcta identificación del producto fabricado. Desde la antigüedad hasta el renacimiento la moneda no solía llevar su valor estampado en la pieza, lo que dificultaba muchas veces su identificación en circulación, especialmente si sus bordes habían sido recortados o limados. Por esto, se solía aceptar monedas por su peso en el comercio, lo que dificultaba enormemente las transacciones.

Tan importantes eran estas marcas de control y garantía en el producto fabricado que tras el escándalo más importante de toda la historia de las cecas españolas -el fraude de Potosí, de 1641- Felipe IV ordenaba que tanto la marca de ceca, como el año de acuñación y sigla de ensayador apareciese no una sola vez, sino tres veces en cada moneda. Y es que los oficiales de la ceca de Potosí estaban acuñando una moneda fraudulenta de ley de plata rebajada, procurando muy a propósito que la calidad del golpe del cuño sobre el cospel fuese tan mala o desplazada que fuera imposible de identificar la ceca de origen, año de producción o ensayador responsable del contenido de plata.

Museo Arqueológico Nacional.



En 1586 se estrena por primera vez en España la inclusión del año de fabricación en las monedas, un nuevo control de calidad introducido desde el Real Ingenio de la Moneda de Segovia en sus primeras labores.

SEGURIDAD DEL PRODUCTO

Y aunque se había venido acuñando moneda artesanalmente a golpe de martillo en un sin fin de fábricas durante más de dos mil años, antes de la mecanización del proceso, el producto siempre estaba sujeto a ciertos problemas que perjudicaban gravemente a los gobiernos que lo producían; principalmente su falsificación así como el recortado, limado o cercenamiento de sus bordes una vez puesta en circulación. El interés por parte de los gobiernos de antaño en solventar estos problemas y mejorar la calidad de la moneda lo podemos comparar con los mismos esfuerzos que ponen hoy los gobiernos en asegurar que sus monedas y billetes sean difíciles de falsificar. En este sentido, mientras que el billete de 5 euros cuesta lo mismo imprimir en papel y tinta que el de 500, las ventajas entre uno y el otro para el falsificador son evidentes. No obstante, el mayor coste para la impresión de los billetes de euro hoy no son ni el papel, la tinta, o la mano de obra, sino las inversiones en técnica y medidas de seguridad empleadas en el desarrollo del diseño del producto. Y este concepto de seguridad era tan importante ayer como lo es hoy en día, puesto que se trata de un producto fabricado muy singular que, más que moneda, es dinero en si mismo.

Y es que la acuñación a martillo siempre había sido una técnica que presentaba ciertos problemas, y bastante graves, en cuanto a la seguridad del producto. Los antiguos griegos y romanos acuñaban moneda de excelente factura, muy lenta y cuidadosamente como si su producción fuese un arte en si mismo. Incluso las monedas acuñadas a martillo en la época moderna en muchos países tienen muy buena factura, debido a los bajos niveles relativos de producción. No obstante, en las cecas españolas, a partir de 1550 la cantidad de metal por acuñar en moneda llegó a ser tan espectacular que la calidad del trabajo -el cuidado en preparar un cospel perfectamente plano y redondo y el de asegurar que los dos troqueles impactaran completamente y en el centro sobre el cospel- decayó bruscamente. El resultado era monedas con cantos muy irregulares, que facilitaba el posterior recortado, cercén o limado de sus bordes por parte de los particulares. Como resultado, las monedas en circulación iban perdiendo poco a poco su peso. El último responsable por la falta de peso de las monedas era el gobierno, y Felipe II veía como sus envíos de dinero a otros reinos fueron paralizados al llegar a sus destinatarios mientras que éstos le reclamaban el valor del metal que faltaba y le cobraban intereses mientras tanto por los retrasos de sus pagos.

Otro de los problemas inherentes a la moneda, agravado por ser un producto industrial fabricado para el uso cotidiano entre el público en general, era el peligro de su falsificación. El potencial para el engaño era muy grande porque el producto pasaba de mano en mano constantemente, y muchos usuarios eran analfabetos, o no tenían buena vista, o no eran expertos en la materia. Por esto, el principal reto de esta industria siempre ha sido el de fabricar piezas en serie tan idénticas en todas sus cualidades que fuera imposible distinguir entre una y otra pieza. En este sentido, era importante no sólo que el diámetro, grosor y por tanto, peso de cada pieza fuese idéntico, sino también que la calidad del tipo, grabado o estampado fuese siempre idéntica y uniforme de una pieza a otra. Y como veremos, se darían pasos muy sustanciales en resolver todos estos problemas con la introducción de la mecanización en el proceso de la fabricación de la moneda. Debido a esto, y teniendo en cuenta todos estos problemas, necesidades y retos, podemos aventurar que la moneda fue casi sin duda el producto industrial más avanzado de todos los que fueron masivamente fabricados en el siglo XVI, especialmente cuando tratamos de las piezas elaboradas en las primeras cecas mecanizadas, y muy destacadamente en la gran planta industrial del Real Ingenio de Segovia.



Foto: Glenn Murray.

Fabricación de moneda con métodos manuales según aparece representado en la arquivolta de la Iglesia románica de Santiago (sig. XIII), en Carrión de los Condes (Palencia).



Museo Casa de la Moneda, Madrid.

Un real de a ocho acuñado a martillo en el siglo XVII en la Ceca de Madrid, con sus cantos seriamente recortados.

LA ACUÑAACIÓN EN LAS CECAS DE MARTILLO

Antes de estudiar las novedades introducidas en las fábricas de moneda cuando comenzaron a ser mecanizadas en la segunda mitad del siglo XVI, conviene repasar brevemente las técnicas utilizadas hasta entonces. Hemos de tener en cuenta que el producto -la moneda- es básicamente lo mismo hoy que hace dos mil años: un disco de metal estampado. Evidentemente, los procesos que hay que realizar para llegar desde el metal en bruto hasta la moneda siguen siendo esencialmente los mismos. Lo que ha cambiado es la técnica empleada en realizar cada uno de estos pasos. Podemos comprender mejor las novedades técnicas si primero echamos un vistazo a los procesos milenarios que se venían usando en todas las antiguas casas de moneda. En este sentido es fácil imaginar los problemas que tuvieron, especialmente para procesar grandes partidas de metal, si estudiamos las imágenes gráficas de la época, y nos fijamos en lo manual que era el trabajo. En suma, era muy difícil, por no decir imposible, conseguir cospeles perfectamente lisos y redondos, todos del mismo tamaño y peso, y la calidad del estampado de los cuños sobre ellos siempre dependía de la habilidad particular de cada monedero en cada momento.



Grabado de un taller de acuñaación a martillo. Observamos el horno de recocimiento, el golpeado a martillo de las planchas de metal, el recortado de los cospeles con tijeras y la acuñaación a martillo.

Archivo Estatal de Saxony, Weimar, Alemania.



Amigos de la Ceca de Segovia [C. Murray].

Había varias maneras de formar el metal. Entre ellos, se podía verter el metal líquido en unos moldes para sacar directamente los cospeles (izda.) o se podía formar unos pequeños lingotes en moldes provisionales agujereados en arena con la forma que habían de tener, procediendo posteriormente al golpeado de ellos para estirar y aplanarlos, cortando después los cospeles con tijeras.



Schweizerisches Landesmuseum, Zürich: COL. 5200.

En esta imagen, vemos la formación de planchas de metal mediante el vertido del metal sobre una tela colocada encima de un recipiente o molde abierto.

Schweizerisches Landesmuseum, Zürich: COL. 5200.



Las láminas o lingotes de metal habían que ser golpeados con martillo para estirarlos y aplanarlos hasta el grosor que debía tener la moneda (izda. y dcha). Posteriormente, había que recortar los cospeles con tijerras (dcha.). Ambos procesos eran muy engorrosos y daban resultados muy desiguales. El recortado se hacía en varias fases: mientras unos obreros se dedicaban a cortar el metal en trozos cuadrados, otros iban recortando las esquinas hasta obtener un cospel lo más redondo posible. Al trabajar el metal, se endurece, y había que recocerlo con mucha frecuencia para poder seguir trabajando. Cuanto más grande la partida de metal que había que procesar, menos perfecto salían los cospeles.



Schweizerisches Landesmuseum, Zürich: COL. 5200.

Schweizerisches Landesmuseum, Zürich: COL 5200.



En la última operación de la formación de los cospeles, se les colocaban en una línea recta en una tenaza especial y con un mazo se les golpeaba para ir aplanando las irregularidades. Es fácil imaginar la dificultad de obtener cospeles perfectamente lisos, redondos y de peso uniforme con estas técnicas manuales y puramente artesanales.

Schweizerisches Landesmuseum, Zürich: COL 5200.



Como a menudo durante todo el proceso había que recocer el metal para hacerlo más dúctil, el cospel terminado debía ser también recocido antes de su acuñación.

Schweizerisches Landesmuseum, Zürich: COL 5200.



El último proceso era la acuñación de la moneda a golpe de martillo. Era muy importante tener el cospel perfectamente centrado entre los dos cuños o troqueles, mantener estos perfectamente verticales, y dar un golpe seco y preciso en vertical. Si no salía bien la moneda, se podía volver a repetir el golpe, asegurando primero que el relieve de la moneda encajaba bien en el grabado de los dos troqueles. En muchas monedas es fácil de observar que este ajuste no siempre se hacía bien.

Estas seis vistas (tres de arriba y tres de la pág. anterior) corresponden a la vidriera Wernhardt Zentgraf, de 1563, de un taller de acuñación no mecanizada en Alemania.

MEJORES MONEDAS CON LA MECANIZACIÓN DEL PROCESO

La introducción de técnicas mecánicas en los procesos de la acuñación de moneda abría la puerta a la obtención de cospeles más perfectos y por tanto, de una moneda más uniforme, no sólo en cuanto a la calidad de cada pieza sino también de una pieza a otra. Y aunque la moneda siempre había sido un producto industrial fabricado en serie, con la mecanización del proceso se dio un salto cualitativo en relación con otros productos de la época, los cuales nunca habían sido fabricados en serie, y seguían siendo elaborados por medios totalmente manuales o artesanales.

El primer avance logrado fue la introducción de ingenios mecánicos de laminación que fueron capaces de preparar planchas de metal perfectamente lisas y de grosor uniforme. Este paso fue desarrollado por los fundidores que trabajaban en otras industrias y también conocían la necesidad de comenzar el proceso con unos lingotes bien formados y también uniformes.

Museo Rosgarten, Konstanz, Alemania.



El vertido de metal líquido en rieles para la obtención de rieles o lingotes de uniforme tamaño según una imagen del siglo XVII (izda.) y una fotografía de la Casa de Moneda de México (dcha.). En ambas vistas podemos ver los rieles que habían sido formados de un tamaño y grosor idóneo para comenzar el proceso de estiramiento en los ingenios laminadores.

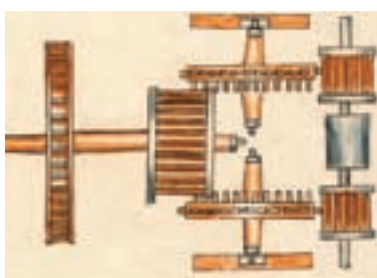
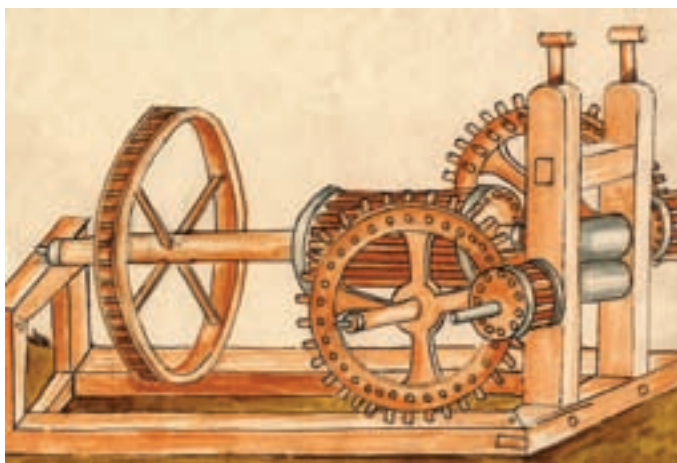


Foto: Glenn Murray.

ACUÑAACIÓN A RODILLO

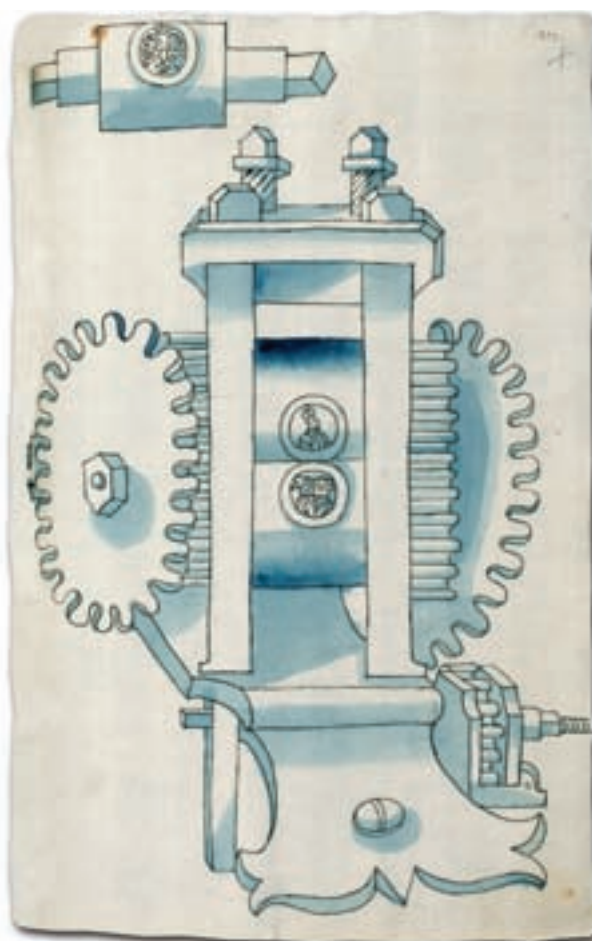
La primera propuesta para utilizar los ingenios de laminación como uno de los pasos en la fabricación de moneda lo presentó el duque Reinhard Solms-Lich en la Dieta Imperial en Augsburgo, Alemania, en 1551. Los dibujos que acompañan su propuesta muestran claramente -y por primera vez que conocemos- cómo se laminaba el metal entre dos rodillos lisos para estirarlo de manera uniforme y obtener una superficie perfectamente lisa. El recortado posterior de los cospeles se hacía, según los dibujos de este documento, con un recortador accionado a martillo. Al parecer, hubo una demostración del funcionamiento del laminador y, según los expertos alemanes que han estudiado en detalle este acontecimiento, entre el 6 de marzo y el 20 de abril de 1551, se les ocurrió la posibilidad de grabar los rodillos con el diseño de la moneda y así acuñar la moneda durante el último paso del metal por la máquina, efectuando los pasos anteriores con rodillos lisos hasta adelgazar el metal con el grosor que había de tener la moneda. Para realizar esta prueba posterior, se utilizó un par de rodillos con seis impresiones de un tálero grabado en los rodillos[6].

Los cuños rodillos que han sobrevivido hasta hoy son auténticas joyas de la historia de la mecánica y de la industria, por lo que mostraremos algunos de los escasos ejemplares conocidos de Alemania, España e Italia, que datan de 1572 hasta 1746 y en los cuales podemos observar varias curiosas diferencias.



Dibujos de los ingenios de laminación que acompañaban el documento técnico del Duque Reinhard en 1551. La rueda hidráulica está hacia la izda. en el dibujo de arriba y de la izda.

Archivo Estatal de Saxony, Weimar, Alemania: (Thüringisches Hauptstaatsarchiv Weimar, ThHS/SAW, Ernestinisches Gesamtarchiv, Reg. U pag. 175 v. 10.4, Bl. 1r-17r).



Herzog August Bibliothek, Wolfenbüttel, Alemania.

Museo Casa de Moneda, Hall en Tirol, Austria.



Reconstrucción a tamaño real de un ingenio de acuñar a rodillo en el Museo de la Casa de Moneda de Hall en Tirol. El artificio fue construido en 2003 por el maestro tornero Werner Nuding y se utiliza a diario para acuñar muestras para los visitantes.

El dibujo más antiguo conocido de un ingenio de laminación provisto con dos cuños rodillos y el detalle de uno de éstos acompaña a un informe de 1617 de un técnico de Augsburgo que viajaba por Alemania vendiendo este artificio.

Amigos de la Ceca de Segovia [G. Murray].



Amigos de la Ceca de Segovia [G. Murray].



Foto y detalle ampliado e invertido del uno de los cinco cuños rodillos más antiguos conocidos. Procede de la Casa de Moneda de Augsburgo, del año 1572, como reza su leyenda: · AVGVSTA · VINDELICORVM · M · D · LXXII ·. Podríamos decir que es la muestra más antigua que existe de un instrumento de alta precisión para la fabricación masiva y mecánica de un producto industrial en serie, y de la cual su procedencia y año exacto de fabricación no quepa la menor duda.

La moneda más antigua conocida hoy acuñada a rodillo es este taler acuñado en Zurich en 1558. Fue en esta ciudad donde se construyó la primera ceca mecanizada, unos cinco años después de las pruebas realizadas en Augsburgo.



LEU NUMISMATIK, Zurich.

Amigos de la Ceca de Segovia [G. Murray].



Amigos de la Ceca de Segovia [G. Murray].



La colección de cuños de rodillo del Museo Maximiliano de Augsburgo contiene 20 ejemplares que van desde el año 1572 hasta 1575. Los rodillos llevan entre 5 y 7 grabados de la moneda en su desarrollo, según su tamaño. Observamos que varios rodillos -sólo algunos del año 1572- tienen un casquillo de bronce que al parecer era para facilitar su giro dentro del ingenio. Mientras que la mayoría de los rodillos tienen simples muescas para evitar que la lámina de metal se deslizara a su paso, hay algunos que tienen un intrincado diseño grabado en este mismo lugar, como el que mostramos arriba ampliado e invertido.

ALEMANIA

Amigos de la Ceca de Segovia [G. Murray].



Sumamente curioso es este rodillo fechado en 1622 de la colección del Germanisches National Museum, en Nürnberg, Alemania. Diseñado para acuñar moneda pequeña rápidamente, lleva 20 grabados en su desarrollo y se montaba en una barra giratoria del ingenio (arriba y dcha.).

Museo Arqueológico Nacional.



Museo Arqueológico Nacional.



Anverso y reverso de una lámina acuñada con rodillos del real de a dos con fecha de 1723 (arriba), y el reverso de una lámina acuñada con rodillos del maravedí de a ocho en 1625, ambos del Real Ingenio de Segovia. En estas muestras, vemos en alto relieve las muescas de los rodillos que evitaban el deslizamiento de la lámina, algo no presente en el rodillo que mostramos arriba.



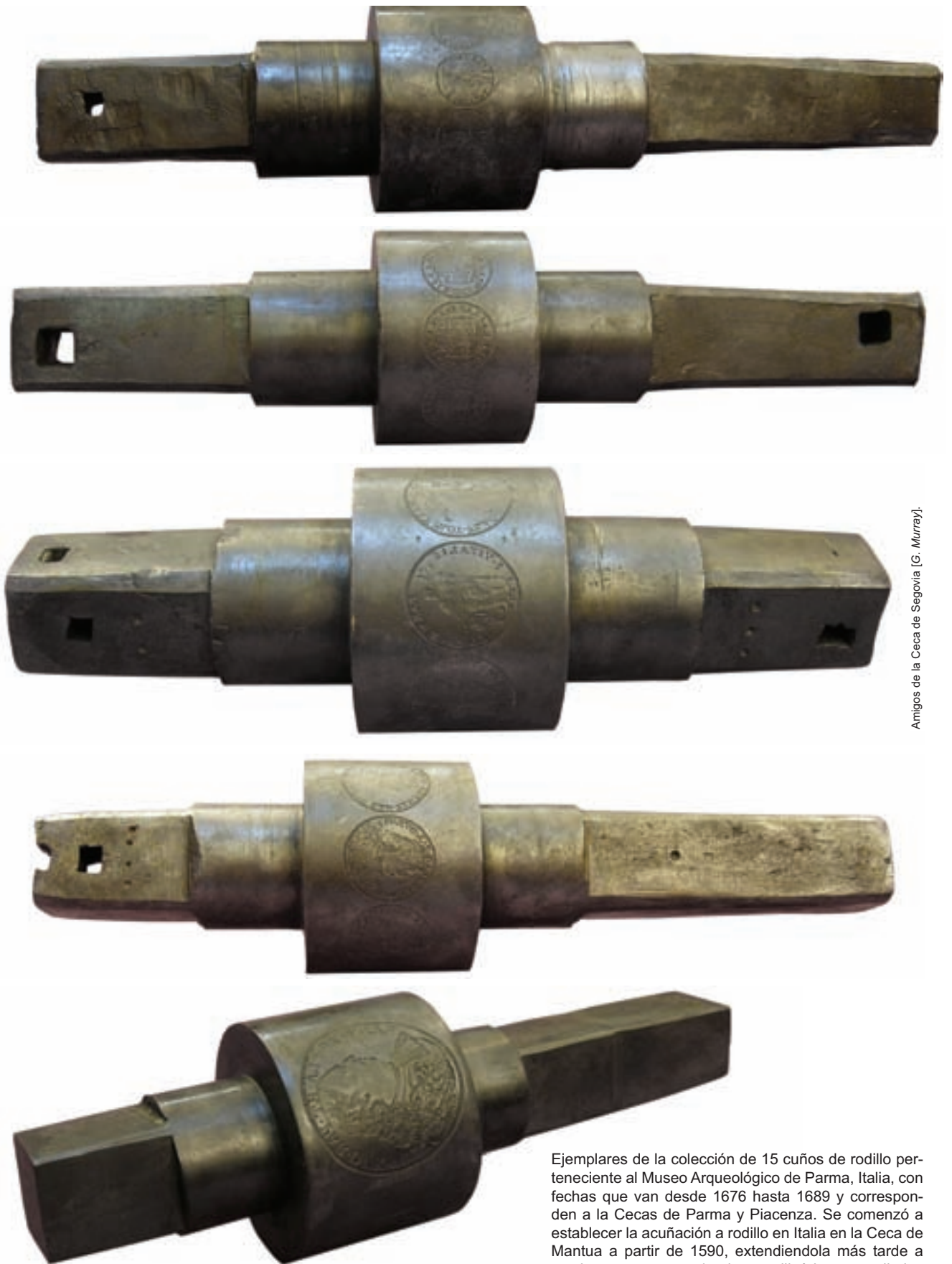
Museo Casa de la Moneda, Madrid, [Fotos: Glenn Murray].

ESPAÑA



Museo Casa de la Moneda, Madrid. [Fotos: Glenn Murray].

El Museo Casa de la Moneda de Madrid tiene en su colección 29 cuños de rodillo que van desde el año 1620 hasta 1746. Casi todas son del Real Ingenio de Segovia, incluyendo el más antiguo, aunque hay tres de la Ceca de Madrid. Quizás los más espectaculares son los del del centén, o 100 escudos de oro, que llevan apenas un grabado de la moneda en su desarrollo debido al gran tamaño de ésta: 76 mm de diámetro (rodillos de anverso y reverso del centén de 1682, y detalle ampliado e invertido de esta primera, arriba). Durante la segunda mitad del siglo XVII y parte del XVIII, hubo un total de 14 cecas en España que acuñaban monedas en un momento u otro con rodillos, principalmente para producir una serie de vellón entre 1661 y 1664. No obstante, hoy sólo conocemos rodillos de Segovia y Madrid, donde se acuñaba con esta técnica hasta 1756 y 1730 respectivamente. [Fotos: Glenn Murray].



Amigos de la Ceca de Segovia [G. Murray].

Ejemplares de la colección de 15 cuños de rodillo perteneciente al Museo Arqueológico de Parma, Italia, con fechas que van desde 1676 hasta 1689 y corresponden a la Cecas de Parma y Piacenza. Se comenzó a establecer la acuñación a rodillo en Italia en la Ceca de Mantua a partir de 1590, extendiendola más tarde a muchas otras cecas donde se utilizó hasta mediados del siglo XVIII (ambas páginas).



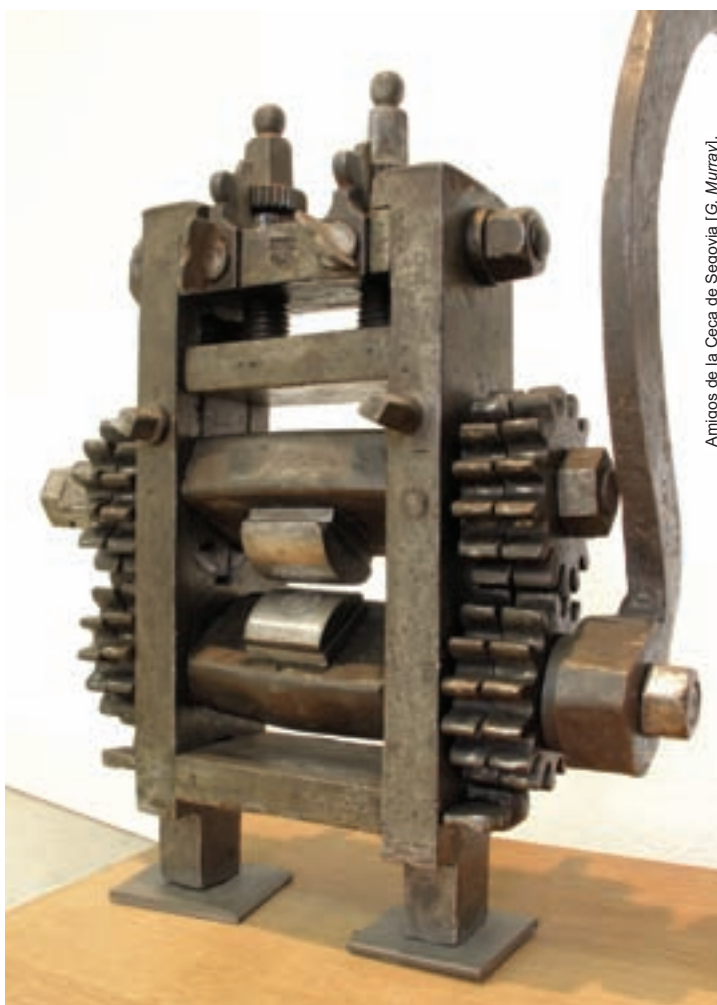
ITALIA

Amigos de la Ceca de Segovia [G. Murray].

Observamos notables diferencias entre estos rodillos italianos, como los dos que tienen una rosca en un extremo, cuando los comparamos con los rodillos de Alemania y España.

LA PRENSA TASCHENWERK

Además de la técnica de acuñar a rodillo, los ingenieros en Augsburgo también desarrollaron otros tipos de ingenios de acuñar. Uno de ellos es la llamada prensa “taschenwerk” en alemán, o “rocker press” en inglés, un pequeño artilugio movido mediante una manivela a mano. Hay muy pocos estudios sobre este tipo de máquina y se pensaba hasta fechas recientes que fue desarrollado después del comienzo del siglo XVIII^[7]. No obstante, nuestras investigaciones han dado con un par de troqueles para acuñar en este tipo de máquina que llevan la fecha de 1598, y corresponden a una medalla conmemorativa de la inauguración de un puente en la ciudad de Núremberg. Es evidente al ver el tamaño y calidad de estos troqueles, que la máquina ideada para utilizarlos debía haber sido inventada bastante antes. No obstante, hemos de pensar que su invento se debe a una idea que surgió posteriormente a los ingenios que laminaban con cuños de rodillo, y fruto de la experiencia de trabajar con ellos.



Amigos de la Cecla de Segovia [G. Murray].



Amigos de la Cecla de Segovia [G. Murray].

Prensa “taschenwerk” del Germanisches National Museum, Núremberg, Alemania (arriba), y vista de los cuños anverso y reverso del mismo museo, de una medalla conmemorativa de la inauguración en 1598 de un nuevo puente en Núremberg en la que se ve la fecha: “ANNO · M · D · IIC” (izda. y abajo).

La ventaja de las máquinas con cuños cilíndricos o semi-cilíndricos es que aplicaban sólo una pequeña parte de la superficie de la impronta de la moneda a la vez, en una estrecha banda lateral que iba progresando lenta y uniformemente sobre la superficie de la lámina de metal mientras que ésta iba pasando entre los dos cuños. Con la acuñación a martillo, se aplicaba toda la impronta de los cuños sobre la superficie del metal en un sólo instante y de una manera bastante descontrolada, ya que era difícil sostener los cuños absolutamente verticales a 90° y bajar el martillo también en un ángulo perfecto de 90°.



Amigos de la Cecla de Segovia [G. Murray].

Por otro lado, la ventaja del método taschenwerk sobre el ingenio de cuños de rodillos es que, mientras esta última precisaba de una importante infraestructura consistente en una rueda hidráulica y otras grandes ruedas de madera -laterales y una colateral- para mover los cuños, la prensa taschenwerk se podía mover a mano con una simple manivela. También era más fácil y económico producir y reemplazar los cuños taschenwerk porque tenían un sólo grabado de la moneda en lugar de los múltiples grabados que llevaban los rodillos. Esta

ventaja de simplicidad lo hacia muy ventajosa para las pequeñas casas de moneda en los numerosos estados, ducados o principados europeos, pero también era más fácil de acuñar para los falsificadores.

Hay numerosos documentos en el Archivo General de Simancas, en la sección de Consejo y Juntas de Hacienda, que tratan precisamente de este problema, particularmente en el período comprendido entre 1660 y 1664, cuando la serie de vellón que se acuñaba en todas las cecas españolas a molino, con cuños de rodillo, proporcionaba a los falsificadores un beneficio de cerca de 1.400% al suprimir el 7% de liga de plata que oficialmente llevaba esta moneda. Hacienda estimaba que la serie sería difícil de falsificar por lo complicado que era construir los grandes molinos que movían los ingenios de acuñar por laminación, pero no contaba con la facilidad con que los falsificadores podían obtener en Alemania las prensas de taschenwerk, que acuñaban monedas de casi idénticas características y apariencia. Los documentos nos cuentan de talleres de falsificar la moneda de vellón española montados en barcos cerca de las costas, y que se acercaban a los puertos para descargar sus obras. En el British Museum hay una pequeña y mal construida prensa taschenwerk que está atribuida a falsificadores españoles del siglo XVII, y que al parecer, ha sido recuperado en un naufragio.



Museo Casa de la Moneda, Madrid.

Copia de la prensa taschenwerk del British Museum, que se expone en el Museo Casa de la Moneda de Madrid.

Que sepamos, la prensa taschenwerk nunca fue utilizada oficialmente en ninguna ceca española. No obstante, su aceptación en los cientos de pequeñas cecas del Imperio alemán fue tal que se seguía desarrollando nuevas versiones de la misma. Hay ejemplares de cuños muy extraños que han sobrevivido hasta nuestros días que nos sugieren muchos diferentes tipos de ingenios o máquinas para su uso. Algunos cuños taschenwerk están diseñados para acuñar cospeles ya recortados, si juzgamos por su forma y estilo. De hecho, hay un documento de 1617 sobre un experimento que se hizo en la Casa de la Moneda de París, que describe con mucho detalle el procedimiento de acuñar con esta máquina sobre cospeles ya recortados^[8]. No obstante, hay cuños taschenwerk con dos, tres y hasta ocho monedas grabadas en cada troquel de anverso y reverso, que sólo pueden haber sido utilizados para acuñar sobre láminas de metal, procediendo posteriormente al recortado de las monedas. El Archivo de Stato, en Lucca, Italia, conserva 58 cuños del tipo taschenwerk, algunos con múltiples grabados, con fechas que van desde 1735 hasta 1789, lo que nos muestra que esta técnica había llegado a ser muy consolidada, aún en la época que la prensa de volante -que producía monedas mucha más perfectas- ya estaba en uso en todas las cecas españolas, incluyendo el Real Ingenio. Hay evidencia de sobra que nos muestra que muchas cecas utilizaban varias técnicas a la vez^[9]. La gran variedad de material, aunque muy escasa, que ha sobrevivido reclama urgentemente un estudio tecnológico a fondo.



Museo Ceca de Cesky Krumlov, Rep. Checa. [Cortesía: Proyecto EuroMint.]

Prensa taschenwerk, sin cuños, procedente de la Ceca de Cesky Krumlov, Rep. Checa.

Dos curiosos troqueles conservados en el Palazzo de Te, en Mantua, Italia, el primero de superficie curva y de la Ceca de dicha ciudad, y el otro de 1665, utilizado para acuñar moneda falsa.



Amigos de la Ceca de Segovia [G. Murray].



Amigos de la Ceca de Segovia [G. Murray].

Múseum Mincí a Medálíí, Křemnica, Eslovaquia



Curiosa prensa taschenwerk procedente de la Casa de Moneda de Kremnica, Eslovaquia, y dos pares de cuños de la misma Ceca para este tipo de máquina, el de la izquierda y abajo con fecha de 1682.

Cuños taschenwerk con agujero transversal en el extremo de la base, de la Ceca de Piacenza, Italia, año 1628. Museo Arqueológico de Parma, Italia.



Extraños cuños procedentes de las Cecas de Parma y Piacenza, Italia, que corresponden a las décadas de 1670 y 1680, y al parecer se encajaban alrededor de un eje que giraba probablemente mediante una rueda hidráulica (arriba y abajo). Museo Arqueológico de Parma, Italia.



Amigos de la Ceca de Segovia [G. Murray].

Amigos de la Ceca de Segovia [G. Murray].

Amigos de la Ceca de Segovia [G. Murray].

Dos vistas de un cuño taschenwerk conservado en el Palazzo de Te, Mantua, Italia, obviamente diseñado para acuñar cospeles recortados. La pieza adjunta con tornillos facilitaba la inserción y sujeción del cospel.



Amigos de la Ceca de Segovia [G. Murray].

Dos cuños con superficies curvas, o del tipo taschenwerk, que al parecer se montaban en algún tipo de prensa excéntrica en la Ceca de Mantua, Italia a mediados del siglo XVII. La Ceca de Mantua disponía de ruedas hidráulicas y estos dos pares de cuños con agujeros probablemente se movían por ellas. Palazzo de Te, Mantua, Italia.



Amigos de la Ceca de Segovia [G. Murray].



Amigos de la Ceca de Segovia [G. Murray].

ITALIA

Amigos de la Ceca de Segovia [G. Murray].



Trozos de metal ovalado con grabados de bustos de personajes. Hemos de tener en cuenta la dificultad de grabar sobre una superficie curva, por lo que estos parecen ser procedentes de algún tipo de ensayo o práctica del grabador. Museo Arqueológico de Parma, Italia.

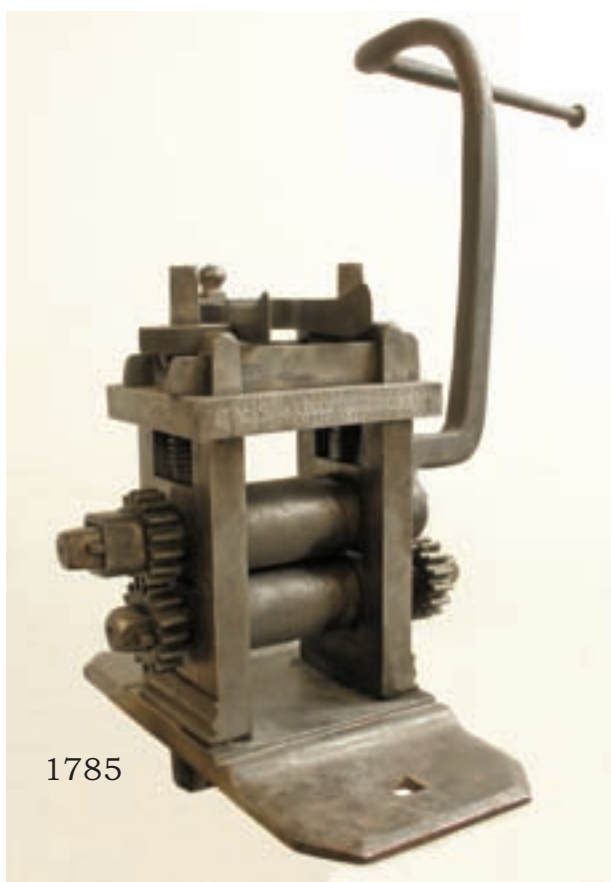


Museo Ceca de Cesky Krumlov, Rep. Checa. [Cortesía: Proyecto EuroMint.]

Par de cuños taschenwerk de la Casa de Moneda de Cesky Krumlov, Rep. Checa, del año 1658. Se observa que el grabado de la moneda es ovalado para compensar la distorsión que este tipo de acuñación produce sobre el metal y así la moneda sale perfectamente redonda.

EL LAMINADOR

Las cecas pequeñas que no disponían de ruedas hidráulicas o de sangre, pero sí acuñaban con prensas taschenwerk, necesitaban una manera de preparar las láminas de metal, que habían que ser estiradas y adelgazadas hasta que tuvieran el grosor que debía tener la moneda. Los inventores de Augsburgo no dudaron en desarrollar unos ingenios pequeños, similares a las prensas taschenwerk y también movidos a mano a través de unas manivelas para cumplir con sus necesidades. Estos ingenios eran muy similares a los que se movían por agua o sangre y llegaron a ser muy extendidos en los cientos de cecas de los pequeños ducados y principados europeos que al fin y al cabo acuñaron relativamente poca cantidad de moneda. Y como es de suponer, estos pequeños ingenios también se hicieron muy populares entre los falsificadores, ya que eran económicos de conseguir y sumamente portátiles. Estos ingenios son muy parecidos a los que utilizan los joyeros hoy en día y son bastante representativos de como eran los ingenios de laminar y acuñar del Real Ingenio, con la única diferencia que los de la fábrica segoviana iban conectados a ruedas hidráulicas.



Amigos de la Ceca de Segovia [G. Murray].

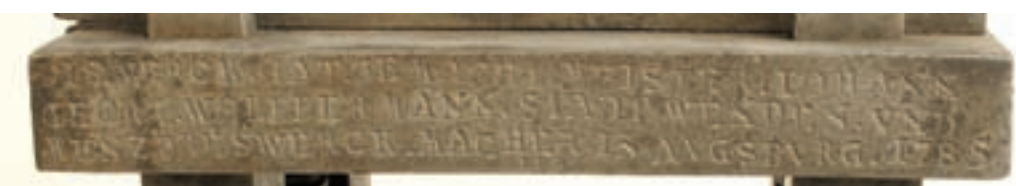


Amigos de la Ceca de Segovia [G. Murray].

Dos ingenios de laminación -de 1764 y 1785- que se accionaban generalmente con sendas manivelas a cada lado del artilugio, aunque actualmente se conservan con una sola (dcha.) o con un engranaje para mover uno de los rodillos (izda.). Es posible que el ingenio con engranajes se usaba también para acuñar a rodillo, ya que el engranaje hubiera evitado el desfase entre un cuño y otro, mientras que en la simple laminación para adelgazar el metal, este desfase no sería de importancia. Estos dos ingenios, quizás los más grandes y antiguos que se conserva en la actualidad, fueron construidos en Augsburgo, específicamente para la Ceca de dicha ciudad, como rezan sus inscripciones. La fecha de 1887, con menor tamaño, situada debajo de la inscripción del ingenio de 1785 parece indicar su fecha de recomposición, lo que implica que ya había servido durante más de cien años, y aún seguía en servicio.



DISES. WERCK. HAD. GEMACHT. MEISTER. IOHANN. GEORG. WOLFFERMANN: WENDEN UND. MVNZ PRESZ = WERCKMACHER. IN. AUGSPURG: ANNO 1764.



DIS. WERCK. HAT. GEMACHT. MEISTER. IOHANN. GEORG. WOLFFERMANN: STADT. WENDEN VND. MVNZPRESWERCK. MACHER. IN. AVGSBVRG. 1785. 1887



Amigos de la Ceca de Segovia [G. Murray].

Ingenio de laminar y estirar metal, del Germanisches National Museum, Núremberg, Alemania, que se conserva con una sola de sus dos manivelas.

EL RECORTADOR

Visto ya los artilugios inventados a lo largo de la segunda mitad del siglo XVI para estirar y aplanar el metal en láminas de grosor uniforme y perfectamente lisas, y el uso que se dio a esta técnica giratoria incluso para aplicar la impronta de la moneda sobre el metal con cuños rodillos y taschenwerk, procede ahora estudiar la técnica empleada para recortar las monedas de las láminas de metal una vez acuñadas, o en su caso, recortar los cospeles para su posterior acuñación. El problema de la obtención de monedas o cospeles con bordes o cantos uniformes, no sólo en cada pieza, sino entre una y otra, se resolvió con el tórculo de recortar. El concepto no era nuevo ya que Leonardo da Vinci dibujó algo parecido en el siglo XV.

El uso del laminador junto con el tórculo mecánico o recortador del cospel tenía otras ventajas aparte de lograr un cospel o moneda de dimensiones uniformes, liso y con un canto perfectamente circular. Un documento de 1617 nos explica como los trabajadores ajustaron el correcto espacio entre los rodillos del laminador mediante la toma de muestras de la lámina con el recortador tras cada paso de la lámina. El recortador, de diámetro fijo, aseguraba que cada moneda tuviera idéntico diámetro, y el peso perfecto se conseguía mediante el ajuste o afloje de los rodillos. Era un sistema ingenioso y bastante sofisticado para asegurar que cada moneda pesara y tuviera un diámetro y grosor exactamente igual a las demás^[10]. Tan eficaz era la compaginación de estos dos aparatos que todavía se utilizan hoy en sus versiones modernas para fabricar monedas. Era la verdadera clave para que las cecas mecanizadas a finales del siglo XVI pudieran realmente producir piezas

Amigos de la Ceca de Segovia [G. Murray].



Ingenio de laminar y estirar metal, del Museo de la Casa de Moneda de Stolberg, en las montañas Harz de Alemania, que se conserva con ambas manivelas. La mala factura de este ingenio nos hace pensar que es procedente del taller de un falsificante de monedas.

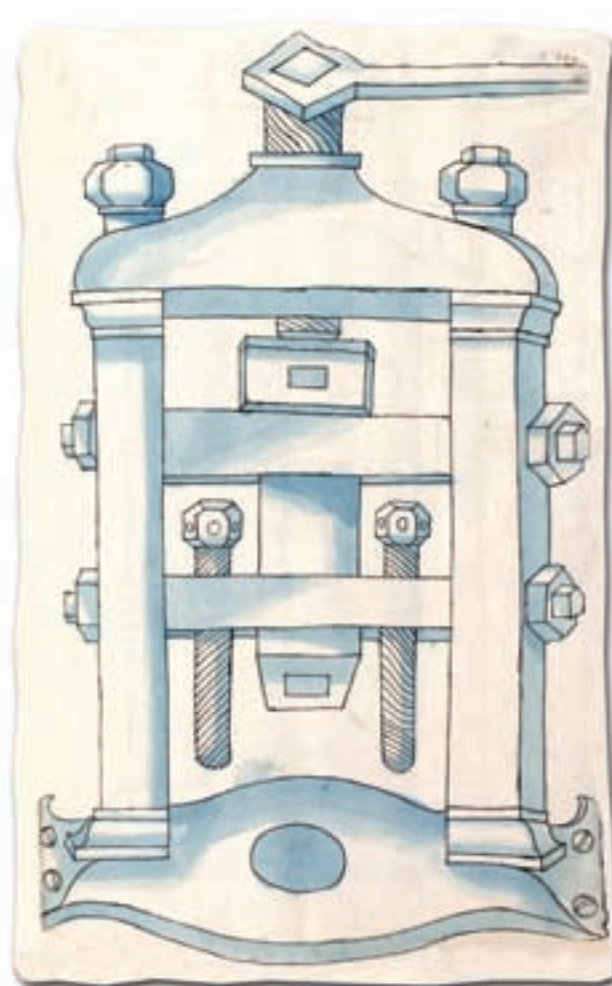


Museo Ceca de Cesky Krumlov, Rep. Checa. [Cortesía: Proyecto EuroMint.]

Ingenio de laminar y estirar metal que se conserva con una sola de sus dos manivelas, procedente de la Ceca de Cesky Krumlov, Rep. Checa.

idénticas en serie, característica por excelencia de una moderna cadena de producción.

Aunque el documento que el duque Reinhard Solms-Lich presentó a la Dieta Imperial en Augsburgo, Alemania, en 1551, contenía dibujos para el recortado de cospeles, los artilugios que proponía funcionaban a golpe de martillo, un sistema al parecer no adoptado. Sabemos que en la Casa de Moneda de Hall en Tirol, se hicieron para enviar a Segovia 10 tórculos grandes para recortar monedas grandes, y 10 tórculos para recortar monedas pequeñas, porque fue el sistema implantado allí en 1567 por los técnicos de Augsburgo. Los ejemplares de estos aparatos que han sobrevivido hasta hoy son difíciles de datar, pero el primer dibujo que conocemos de una prensa con tórculo para recortar moneda es el que formaba parte del informe que hemos mencionado antes sobre máquinas de acuñar moneda que llevaba un técnico de Augsburgo consigo a varias cecas alemanas en 1617. Esta máquina fue recomendada tanto para cortar monedas ya acuñadas en láminas de metal con el sistema de cuños de rodillo, como para recortar cospeles para su posterior acuñación en prensas de volante, cuyo ejemplar también venía dibujado en el informe como veremos a continuación.



Herzog August Bibliothek, Wolfenbüttel, Alemania.

El dibujo más antiguo conocido de un tórculo para recortar monedas es éste, que acompañaba un informe de 1617 de un técnico de Augsburgo que viajaba por Alemania vendiendo maquinaria para fabricar moneda.



Trozo de cizalla con una moneda recortada y parte de otra que quedó al final del riel y sin recortar.

Museo de Segovia.



Amigos de la Ceca de Segovia [G. Murray].



Museo Ceca de Cesky Krumlov, Rep. Checa. [Cortesía: Proyecto EuroMint.]



Museo Ceca de Cesky Krumlov, Rep. Checa. [Cortesía: Proyecto EuroMint.]

Tres diferentes recortadores, uno del Museo de la Casa de Moneda de Stolberg, Alemania (izda.) y dos del Museo de la Ceca de Chesky Crumlov, Rep. Checa.

Museo Rosgarten, Konstanz, Alemania.



Departamento del recortado de cospeles en una ceca mecanizada con prensas de volante según la vidriera *Konstanz*, de 1624. A la izda. observamos rieles de plata sin recortar y un operario recortando cospeles en un tórculo grande. Al lado del tórculo pequeño vemos el brazo giratorio desmontado y varios montoncitos de cospeles ya recortados con el balanzario verificando que el peso de las piezas iba saliendo bien.

Amigos de la Ceca de Segovia [G. Murray].



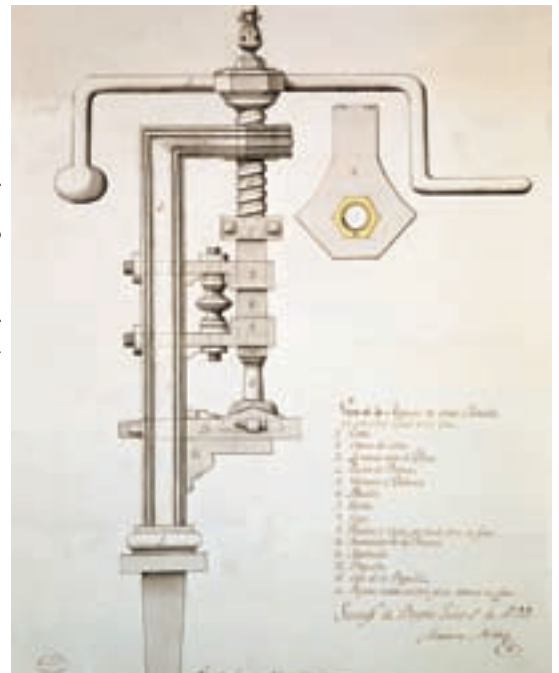
Recortador perteneciente al Badisches Landesmuseum, Karlsruhe, Alemania, y probablemente de la vieja Ceca de dicha ciudad.



Cortesía: Gary Beals.

Trozo de cizalla con dos monedas recortadas y partes de otras dos que quedaron incompletas y sin recortar. Real Ingenio, 16 maravedís, 1662.

Ministerio de Cultura, Archivo General de Indias, Mapas y Planos, Ingenios y Muestras, 288.



Dibujo uno de los recortadores de cospeles de la Ceca de Bogotá, Colombia, de 1799, que fue enviada a España junto con una solicitud para piezas de repuesto.

LA CERRILLA

Con los logros alcanzados en la factura del laminado y recorte de la moneda y/o el cospel, así como con la técnica de impresión del cuño sobre la superficie de la pieza, sólo quedaba el canto o borde de la moneda por perfeccionar. En 1685, un ingeniero francés, Juan Castaing, inventó y comercializó otro tipo de tórculo, llamado cerrilla, provisto con unos canalillos grabados que aplicaban un cordoncillo decorativo sobre el canto de la pieza. Si con el recortador en uso desde mediados del siglo XVI, que dejaba la moneda o cospel perfectamente redondo o circular se contravenía el arte ilícito de cercenar la pieza una vez puesta en circulación, ahora con el cordoncillo decorativo se imposibilitaba hasta el más mínimo limado del borde sin que fuese evidente al que iba a recibir la moneda en circulación.

La primera cerrilla llegó al Real Ingenio en 1719, habiendo sido estrenado poco antes en las Cecas de Madrid y Sevilla. Da la circunstancia que Juan Castaing tenía un contrato para labrar ciertas monedas pequeñas en el Real Ingenio en 1707 y 1708, aunque en estas no se utilizó la cerrilla. La máquina para aplicar el cordoncillo estaba diseñada para utilizar cuando se acuñaba con la prensa de volante puesto que se cerrillaban los cospeles antes de acuñar las monedas en dichas prensas. No obstante, en el Real Ingenio se usaba después de acuñar por rodillo y recortar las piezas, desde 1721 hasta 1729 y sólo en las piezas de mayor tamaño de plata y de oro.



Foto: Calicó.

Muestra de un conjunto de monedas en el que se observa que las piezas acuñadas a martillo tienen su bordes seriamente recortados después de haber sido puestas en circulación (arriba), y detalle de una moneda del Real Ingenio con cordoncillo, cuyo borde permanece intacto, sin recortar ni limar (abajo).



Museo Arqueológico Nacional [G. Murray].

Amigos de la Ceca de Segovia [G. Murray].



Canalillos que llevan el grabado del cordoncillo y que se encajen en la cerrilla para cerrillar el canto de la moneda. Museo Arqueológico de Parma, Italia.

Amigos de la Ceca de Segovia [G. Murray].



Cerrilla de acordonar el canto de la moneda conservada en el Museo de la Casa de Moneda de Stolberg, en Alemania



Diderot: Enciclopedia Francesa (1751).



Du Bois Chateleraut (1757).

Dibujos de la cerrilla en la Casa de Moneda de París en 1751, según Diderot; y la de la Ceca de Venecia en 1757, según Du Bois Chateleraut.

LA PRENSA DE VOLANTE

Por último, en cuanto a las máquinas para la formación y estampado de la moneda, queda por citar las prensas de volante, aunque su debut se hace ya después de la época de mayor fama y trascendencia del Real Ingenio. Dibujada por Leonardo da Vinci en el siglo XV, la prensa de volante, o balancín, hizo su entrada en las fábricas de moneda de una manera lenta y tímida. Su funcionamiento es en principio idéntico al del tórculo para recortar la moneda, pero debido a la dificultad de fundir un tornillo, junto con su tuerca, que fueran capaces de soportar las muchas toneladas de torsión necesarias para acuñar las grandes monedas que se hicieron populares en el siglo XVI, como los taleros en Alemania y los reales de a ocho en España, los ingenios de acuñar a rodillo y las prensas taschenwerk seguían siendo la norma en la mayoría de las cecas hasta bien entrado al siglo XVIII.

Las prensas de volante tenían varias importantes ventajas sobre la acuñación a rodillo o las prensas taschenwerk. Primero, y de suma importancia, el golpe instantáneo sobre toda la superficie del cospel lo dejaba fulminantemente aplastada -plana- comparada con la superficie semi-ondulada que siempre dejaban las otras técnicas anteriormente citadas. Esto era de gran importancia no sólo en cuanto a la estética de la mone-

Amigos de la Ceca de Segovia [G. Murray].



Prensa de volante procedente de la Casa de Moneda de Gotha, y expuesta hoy en el patio del Schlossmuseum de dicha ciudad alemana. Nos llama la atención los grandes contrapesos de plomo, que daban más fuerza al golpe.

da, sino que además facilitaba el apilamiento de las monedas, asunto importante para la contabilidad y comercio. Segundo, con la prensa de volante, se podía aplicar el cordoncillo al canto de los cospeles antes de su acuñaación, lo cual igualaba el cordoncillo en sus extremos superior e inferior, y a la vez enrasando o borrando cualquier raya o marca que la cerrilla pudiera haber dejado sobre la superficie del cospel.

Pero quizás la ventaja más grande era que los cuños o troqueles de las prensas de volante llevaban un sólo grabado de la moneda en su faz, por lo que eran mucho más económicos de producir y reemplazar cuando el desgaste o la rotura lo hacia necesario. No sólo esto, como la superficie del grabado era absolutamente plana, facilitaba la fabricación de matrices y punzones para toda la moneda, y no sólo punzones pequeños como antes, lo que en si mismo era posible debido a las grandes volantes que se usaban para hincar cuños de trabajo en bajo relieve con las matrices en positivo. El sistema era tan perfecto que aún se utiliza hoy para hacer múltiples cuños idénticos a partir de las matrices. Incluso, la acción vertical de la prensa de volante se sigue utilizando hoy en las modernas prensas que alcanzan hasta 850 monedas por minuto.

Es sumamente curioso si nos fijamos en el inventario de máquinas construidas para el Real Ingenio en la Ceca de Hall en Tirol enviadas a Segovia en 1584, porque en él consta el envío de tres prensas de este tipo. Dos de las prensas fueron acciona-



Museo Rosgarten, Konstanz, Alemania.

Acuñaación a volante según la vidriera *Konstanz*, de 1624. Observamos que hay dos operarios dando movimiento al balancín mientras que un tercero está colocando los cospeles entre los cuños y quitando la moneda una vez acuñaada.



Amigos de la Ceca de Segovia [G. Murray].



Amigos de la Ceca de Segovia [G. Murray].

La prensa de volante de la Ceca de Núremberg, expuesto en el Germanisches National Museum, de dicha ciudad (izda.), es muy parecida a la de la Ceca de Gotha (arriba), pero mucho más grande.

Herzog August Bibliothek, Wölfenbüttel, Alemania.



Herzog August Bibliothek, Wölfenbüttel, Alemania.



El dibujo más antiguo conocido de una prensa de volante para acuñar moneda es éste, que acompañaba un informe de 1617 de un técnico de Augsburgo que viajaba por Alemania vendiendo maquinaria para fabricar moneda. La prensa lleva la insignia de la ciudad de Augsburgo en su parte superior -una piña- y venía con un dibujo de los cuños anverso y reverso

Cortesía: Dr. Manuel Real, Proyecto EuroMint.



Cuerpo de una prensa de volante fabricada en Lisboa en 1678.



Amigos de la Ceca de Segovia [G. Murray].

Prensa de volante en el Museo de la Casa de Moneda de Stolberg, Alemania.



Foto: Glenn Murray.

Tuerca de la prensa de volante de la Ceca de Pamplona, en el Museo de Navarra.



Amigos de la Ceca de Segovia [G. Murray].

Husillo de la prensa de volante de la imagen abajo.

Foto: Glenn Murray.



Prensa de volante de la Ceca de Segovia, fabricada en Sevilla en 1735 y conservada en el Alcázar de Segovia.



Amigos de la Ceca de Segovia [G. Murray].

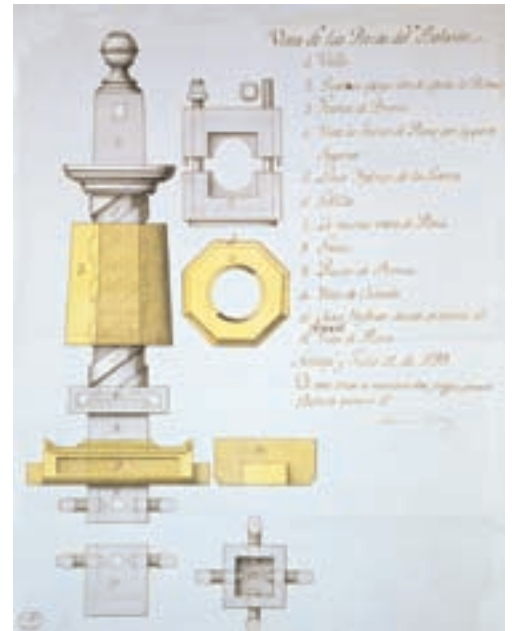
La más grande de las dos prensas de volante que se construyeron para la Ceca de Venecia en 1756, hoy guardada en la Biblioteca Marciana de dicha ciudad en la Plaza de San Marco, que es el mismo edificio donde estuvo la Ceca hasta su cierre en 1849.

Ministerio de Cultura, Archivo General de Indias, Mapas y Planos, Ingenios y Muestras, 88-bis..



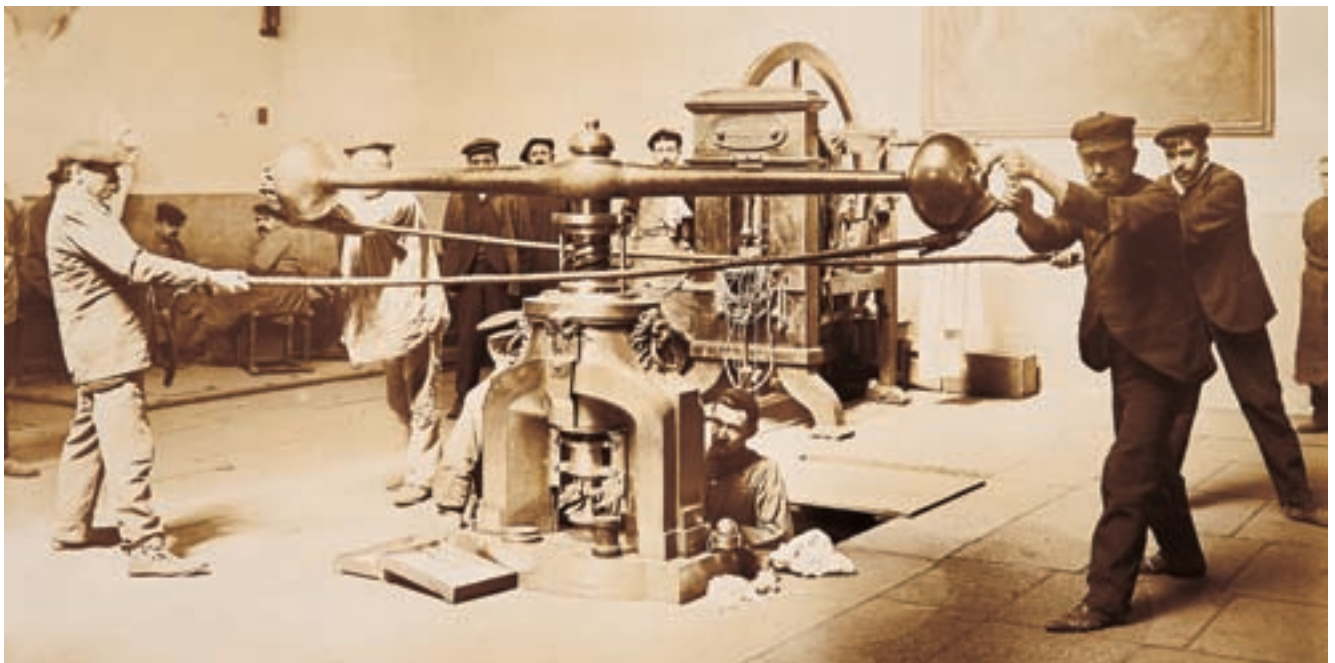
Husillo de un volante en la Casa de la Moneda de Santiago de Chile, 1799.

Ministerio de Cultura, Archivo General de Indias, Mapas y Planos, Ingenios y Muestras, 287.



Perfil de una prensa de volante en la Casa de la Moneda de Santa Fé de Bogota, 1799.

Foto: Espasa Calpe.



Fotografía del funcionamiento de una prensa de volante en la Casa de Moneda de Madrid en 1899.

das por ruedas hidráulicas, suponemos con un brazo excéntrico, una para monedas dobles de oro y otra para monedas sencillas de oro. La tercera prensa se accionaba a mano y era para monedas pequeñas de todo tipo. Los cuños para estas máquinas venían con una sola moneda grabada en cada uno, por lo que sabemos que no eran rodillos para los ingenios, como los que venían citados en otra parte del inventario, junto con sus cilindros con múltiples grabados para reales de a cuatro y a ocho. No obstante, no consta el uso de estas prensas en el Real Ingenio en ninguno de los muchos documentos consultados hasta hoy. Sabemos con seguridad que se usaban rodillos para acuñar las pequeñas monedas de cobre, como consta perfectamente por el trozo de cizalla con fecha de 1599 que mostramos siete páginas atrás.

En este sentido, cabe reseñar que el Real Ingenio fue la última de todas las cecas españolas en ser reformadas para acuñar con prensas de volante, precisamente en 1772, pero por una razón muy sencilla. En Segovia en estas fechas, sólo se acuñaba moneda de cobre, mientras que en las demás se acuñaban las pie-

zas más importantes de plata y de oro. Las Cecas de Madrid y Sevilla fueron equipadas con volantes en 1709 y 1699 respectivamente -aunque en ambas se seguían acuñando moneda pequeña a rodillo hasta 1730-, mientras que todas las demás cecas peninsulares -excepto el Real Ingenio- acuñaron sus últimas monedas, a martillo, entre 1681 y 1685. En 1730, cuando se mandó que en Segovia, en adelante, se acuñara solamente moneda de cobre, estas otras quedaron extinguidas oficialmente, fruto de la Pragmática de 1728 en la que se ordenara que en el futuro todas las monedas habían que ser acuñadas con prensas de volante. Para poder cumplir la ley de 1728, las autoridades pusieron todo su esfuerzo en mecanizar las cecas de Indias donde siempre se había acuñado a martillo, puesto que allí nunca acuñaron a rodillo ni con prensas taschenwerk. Las cecas indias acuñaban grandes cantidades de plata y oro, muy expuestas al cercenamiento en circulación, lo cual no fue un problema con la moneda de cobre que se acuñaba en Segovia con rodillos. Pero ya en 1772, el Real Ingenio había perdido toda su novedad tecnológica, y de hecho, en cuanto a los edificios de las cecas españolas, los de México y Potosí, con sus volantes y molinos de sangre para laminar el metal, eran sin duda, las cecas más grandes y de mayor capacidad de todas las del mundo.

Y ya para terminar nuestro repaso de las máquinas que se inventaron a partir de 1551 para acuñar moneda, queda por señalar un último detalle muy interesante. Como hemos visto, esta tecnología nace en, y se difunde, desde la ciudad alemana de Augsburgo. Pues hoy en día, las principales empresas que fabrican máquinas para la acuñación de moneda siguen siendo alemanas, por ejemplo Schuler y Gräbener (socio del Grupo Schuler). La primera de éstas, cuyas prensas cubren quizás el 85% del mercado mundial actual en estos tipos de trabajos, tiene su sede y fábrica de producción en Göppingen, a poco más de 100 kms de Augsburgo. Hoy estas máquinas puedan acuñar hasta 850 monedas por minuto, una velocidad de auténtico vértigo.

GRABADO DE CUÑOS

Con todas estas máquinas, y con una moneda casi perfecta, solo faltaba perfeccionar la técnica de reproducir los troqueles, para evitar hasta la más mínima diferencia o variación en el aspecto del grabado o tipo entre una moneda y otra. Esto era el último paso y uno de los más fundamentales para impedir la falsificación de la moneda, pero una dificultad que no se lograría resolver del todo hasta el siglo XIX.

Desde la antigüedad se venía tallando o grabando los cuños o troqueles para acuñar el anverso y reverso de la moneda con un simple buril. Con el perfeccionamiento del tratamiento de los metales -las técnicas de templar y endurecer el acero- se descubrieron maneras de hacer punzones en positivo, o alto relieve, que llevaban partes del diseño o tipo de la moneda -letras, bustos, decoraciones, etc.- y se utilizaban estos para preparar los cuños destinados a acuñar la moneda. Esto facilitó enormemente la uniformidad entre un cuño y otro, algo fundamental ya que para acuñar una moneda durante muchos años o en varias cecas, se necesitaban muchos cuños. En la antigüedad se podía acuñar entorno a mil monedas con un cuño, cifra que ha ido aumentando con los años hasta llegar hoy a unas 800.000 piezas^[11].

Pero a pesar de la uniformidad lograda mediante el uso de punzones, aún quedaban pequeñas diferencias debido a la dificultad de situar el golpe del punzón exactamente en la misma posición en cada cuño. Este problema se resolvió hacia comienzos del siglo XIX cuando las grandes prensas de hincar a volante hacían posible la fabricación de una matriz, o punzón de cuño entero en positivo, y con esto de fabricar múltiples cuños en negativo -los de acuñar moneda-, todos absolutamente idénticos. Esta técnica de transferir en un sólo golpe todo el grabado de una matriz a un punzón y después al troquel de trabajo, fue imposible con los cuños de rodillo o del tipo taschenwerk, debido a sus superficies curvas. Estos últimos sólo aceptaban punzones de pequeñas dimensiones y el resto del grabado había que hacerlo con buril. Esto era una de las principales desventajas que jugó para condenar la acuñación a rodillo o taschenwerk, una vez que las grandes prensas de volantes eran corrientes en las Cecas a finales del siglo V XVIII.

En estos primeros reales de a ocho acuñados en el Real Ingenio, observamos la dificultad que el grabador tenía en calcular el espaciado de las letras y de los elementos del escudo sobre la superficie curva del rodillo.



Museo Arqueológico Nacional [G. Murray].

Museo Casa de la Moneda, Madrid. [Foto: G. Murray].



Rodillo matriz del Real Ingenio de Segovia, conservado en el Museo Casa de la Moneda de Madrid. De la matriz en negativo se podía sacar múltiples punzones idénticos en positivo, que servían luego para grabar los cuños rodillos de acuñar la moneda. Debido a la curvatura de los rodillos, los punzones no podían tener un grabado de mucha extensión vertical, presentando menos dificultades en horizontal.



Colección de antiguos punzones de números y letras de la Casa de Moneda de México.



Fotos: Glenn Murray.

Fotos: Glenn Murray.

Con la matriz original en negativo (arriba), se podían hacer cuantos punzones en positivo de cuño entero de la moneda que hicieran falta, y con éstos, todos los cuños de acuñar moneda necesarios durante muchos años, añadiendo luego las cifras de las fechas cada año. Los punzones de cuño entero hacían posible una gran uniformidad en todas las monedas.



Los punzones para trabajar con cuños planos podían ser mayores en tamaño, como estos de la Ceca de Potosí, que los punzones para cuños de rodillo.





Fotografía del conjunto Casa de la Moneda, o Real Ingenio de Segovia, poco después de su última acuñación y del cierre de la fábrica en febrero de 1869. Su posterior uso como fábrica de harinas hasta 1968 ha facilitado su conservación y hoy se encuentran todas las estructuras originales intactas.

Cliché Laurent, circa 1870, Archivo Ruiz Vernacci, IPHE, Ministerio de Educación y Cultura.

III. FÁBRICA O PLANTA INDUSTRIAL COMO UN CONCEPTO NUEVO

Los historiadores de la industria suelen definir genéricamente todo proceso de elaboración, fábrica o taller anterior a la Revolución Industrial como proto-industria o paleo-industria. En términos generales puede ser más fácil caracterizar la historia de la industria en estas dos grandes etapas de antes y después, pero nosotros creemos que hasta ahora no se ha considerado debidamente la fabricación de moneda en todos sus aspectos, particularmente a partir de la mecanización del proceso, ni mucho menos se ha analizado el caso excepcional del Real Ingenio de Segovia.

En principio, debemos señalar que la llamada Revolución Industrial, propiamente dicho, se define como la totalidad de los cambios económicos y de organización social que se introduce entorno a 1760 en Inglaterra, y más tarde en otros países, caracterizada básicamente por la eliminación de herramientas manuales y su reemplazo por máquinas-herramienta movidas por varias fuentes de energía no humana, como el telar automático y la máquina de vapor, además de la concentración de los procesos de elaboración en grandes plantas industriales^[12]. En este sentido, como veremos a continuación, el Real Ingenio de la Moneda de Segovia, con sus sistemas mecanizados de producción en serie de un artículo de alta precisión listo para el uso por parte del consumidor, fue precursor y vanguardista no sólo en la tecnología empleada, sino también en la utilización de una amplia y departamentalizada planta industrial que fue diseñada desde su comienzo precisamente para albergar la empresa, cumpliendo perfectamente con los numerosos retos de un funcionamiento, esencialmente, moderno y además casi 200 años antes del comienzo de la Revolución Industrial.

Ya que hemos estudiado arriba las características de la fabricación de moneda como un producto industrial, sería interesante ahora considerar el concepto de la fábrica o planta industrial, puesto que el tema principal que estamos analizando en el presente trabajo es el conjunto de edificios llamado el Real Ingenio de la Moneda de Segovia que ha sobrevivido durante siglos hasta nuestros tiempos. Y para entender la singularidad del edificio, o los edificios, sería conveniente estudiar el reparto en ellos de los diferentes procesos industriales, lo cual haremos después de repasar brevemente las otras cecas mecanizadas con anterioridad a la de Segovia.

Recordemos, que una de las características principales de los procesos industriales artesanales es que los diferentes aspectos del trabajo se solían repartir entre diferentes vecinos y que cada uno de ellos realizaban la parte que les correspondía en su propia casa o taller. La elaboración del producto desde su comienzo hasta el final, exceptuando algunos casos aislados donde se empleaba máquinas grandes como en las ferrerías, no fue centralizado en un punto común, o fábrica. Pero esto no fue realmente el caso con la producción de moneda, no sólo debido a la introducción de máquinas en los procesos, sino también debido a la seguridad y control necesario cuando se trabaja con grandes cantidades de plata y oro.

CECAS MECANIZADAS ANTES QUE SEGOVIA

Evidentemente, para poder reconocer al Real Ingenio de Segovia como la fábrica más antigua y completa que se conserva hoy, una vez establecida la acuñación de moneda como la industria más avanzada y desarrollada del siglo XVI, es preciso considerar debidamente las otras ciudades con cecas que fueron mecanizadas con anterioridad a la de Segovia. Los expertos consideran como tales las siguientes ciudades y fechas: primera muestra o demostración de la técnica en Augsburgo [Alemania] (1550-1551); París (1551); Zurich (1558); Londres (1562), Heidelberg [Alemania] (1567); Mühlau, cerca de Innsbruck, desde donde fue trasladada seguidamente a Hall en Tirol (1567); Köln [Alemania] (1568); de nuevo en Augsburgo (1572); Dresden [Alemania] (1574); Kremnica [Eslovaquia] (1577); Gdansk [Danzig, Polonia] (1577); Baia Mare, [Rumania] (1579); Nyköping [Suecia] (1580); Magdeburg [Alemania] (1582); y Ensisheim, [Alsacia, Francia] (1584)^[13].

En primer lugar, es necesario señalar que muchos de estos primeros intentos fueron poco más que montajes experimentales, y en otros casos, no tuvieron continuidad. La primera referencia en Augsburgo, en torno a 1550, como ya hemos mencionado, fue una demostración del funcionamiento de la máquina, según documentos y dibujos relacionados, pero hoy no conocemos moneda ni cuño de dicho ensayo, ni consta que se construyera edificio nuevo para ello ni que hubiera continuidad. Más tarde, en 1572, la nueva puesta en mar-

cha en Augsburgo tuvo tanto éxito que hoy conocemos 20 cuños de rodillo con fechas que van desde 1572 hasta 1575 (ver foto pág. 20). En Zurich parece que se construyó un nuevo edificio, además hoy conocemos numerosos ejemplares de monedas acuñadas a rodillo con fechas de 1558 y 1559^[14]. En París, el intento fue interrumpido inmediatamente debido a protestas de los monederos y en Londres el fracaso de la máquina provocó el intento de suicidio por parte de su vendedor. Tampoco está claro si en estas dos últimas ciudades se utilizaron cuños de rodillo, o solamente ingenios para laminar o estirar el metal para luego proceder a su acuñación mediante otra técnica. Al parecer, la instalación más antigua con cuños de rodillo que tuvo mayor éxito y durante más tiempo fue la de Hall en Tirol, distinción hoy reclamada turísticamente por el museo de dicha Ceca. Se sabe que la construcción de las máquinas y el entrenamiento del personal para fábricas coetáneas a la de Segovia, se hicieron en Hall al mismo tiempo que se construyeron las máquinas para Segovia. Así fue el caso de las máquinas para la Ceca de Ensisheim (Francia), y consta que esto causó cierto agobio entre los trabajadores de Hall, en otoño de 1584^[15].

La documentación que relata las fechas y circunstancias exactas de la instalación de las primeras máquinas en las cecas, a lo largo de la segunda mitad del siglo XVI, es ciertamente muy escasa y aún falta un estudio que trate monográficamente del tema de manera transnacional y en detalle. No obstante, para nuestras consideraciones en cuanto a la identificación de los edificios que hoy quedan en pie, podemos limitarnos sin problema a los casos de Hall en Tirol, Kremnica y Segovia. Hoy apenas quedan testimonios como nombres de calles o plazas de algunas de las primeras cecas mecanizadas, como la de Heidelberg, donde ni siquiera se conserva el canal que movía las ruedas hidráulicas, mientras que las demás han pasado completamente al olvido.

Uno de los ejemplos más notables que ha sobrevivido es la Ceca de Hall en Tirol, mecanizada en 1567, lugar donde fueron construidas las máquinas para ser transportadas a España e instaladas en Segovia. Aunque ésta fue una de las primeras cecas mecanizadas, su edificio no tiene punto de comparación con el de Segovia porque, como destacó el experto en la técnica de acuñación, Denis Cooper, "... la fabrica fue montada en un rincón del castillo" ^[16], y no en un nuevo



Amigos de la Ceca de Segovia [G. Murray].

La Ceca mecanizada que se construyó en Heidelberg en 1567 estuvo al pie del castillo y próxima al río Neckar, que alimentaba su canal para mover las ruedas hidráulicas. En esta foto, el lugar donde está aparcado el autobús blanco, se llama "Neckarmünzplatz", o Plaza de la Ceca del río Neckar, y en un edificio blanco, al parecer del siglo XIX, encontramos el bar "Alte Münz" o Vieja Ceca (flecha). Es posible que la estructura de arcos a la izquierda de la plaza tuviera algo que ver con la ceca, pero desde luego, no es una planta industrial como la que hoy queda en Segovia, ni siquiera se conserva el canal.



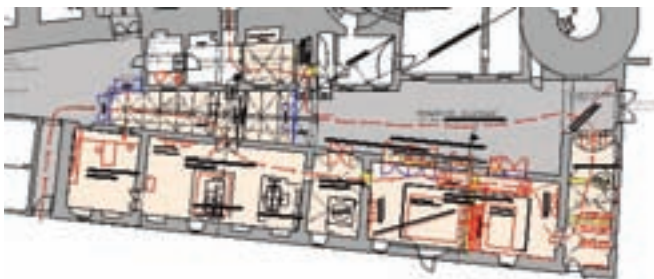
Foto: Glenn Murray.

Vista de la pequeña ciudad de Hall en Tirol y detalle de la torre del castillo, también visible en la foto arriba (flecha), donde se sitúa la Casa de la Moneda.



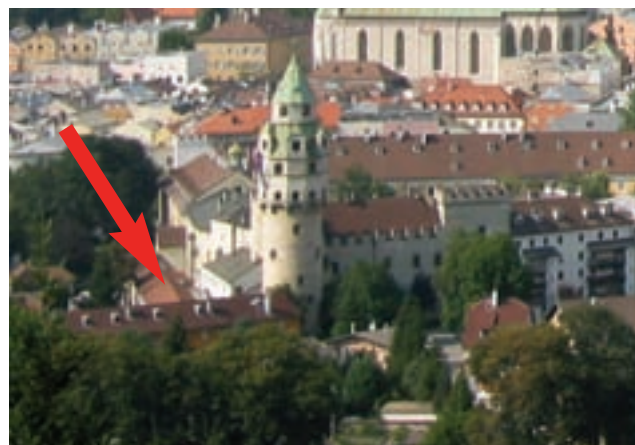
Foto: Glenn Murray.

Foto: Museo Casa de la Moneda de Hall en Tirol.



Plano de la reconstrucción museística de la Ceca de Hall, que corresponde a la parte añadida al castillo, justo a la izda. de la torre (flecha). La torre del castillo se ve como un semicírculo gris en la parte arriba a la derecha del plano.

Foto: Glenn Murray.



edificio construido como gran planta industrial, al lado de su fuerza motriz, o sea el río, como en Segovia. De hecho, el agua para las ruedas hidráulicas de la Ceca de Hall se tenía que conducir hasta el Castillo desde “una distancia considerable” en un canal construido de madera sobre altos zancos [17], por lo que hoy no queda rastro de esta infraestructura que sí conserva el Real Ingenio. En este sentido, consideramos imprescindible para que el conjunto de la planta sirva como muestra para las generaciones venideras de lo que era este tipo de fábrica industrial, que sea “completa”, es decir, que conserve todos sus importantes componentes, como es el canal: razón de ser de una fábrica hidráulica. No obstante, hoy en día se ha rehabilitado la parte del Castillo que corresponde a la Ceca de Hall como un interesante museo sobre la técnica de acuñar moneda, cuya muestra insignia es el ingenio de laminar y acuñar tan acertadamente reconstruido por el maestro tornero, Werner Nuding, en 2003.

El otro caso de una ceca mecanizada antes de la construcción del Real Ingenio, es el de la Ceca de Kremnica, en Eslovaquia, que hoy ostenta el título de ser la Ceca que durante más tiempo se ha mantenido en activo de todo el mundo. Fundada en 1328, se acuña moneda a martillo hasta que en 1577, fue reacondicionada para acuñar con ingenios de laminación por los ingenieros de Augsburgo y con la colaboración de los técnicos de la Ceca de Hall en Tirol. Posteriormente, fueron utilizadas todas las demás técnicas de acuñar y en 1986 se inauguró una nueva y moderna planta industrial en las afueras de la ciudad hasta donde se trasladó la producción de moneda que no ha cesado en casi siete siglos. No obstante, hoy se está rehabilitando parte de la antigua fábrica hasta donde se proyecta trasladar de nuevo gran parte de la producción moderna en un concepto vanguardista de museo-fábrica, ya que Kremnica es una pequeña ciudad encantadora que vive del turismo, además de la fabricación de moneda.

De todas maneras, y respecto a nuestro propósito de comparar la planta de Kremnica con las de Segovia y Hall en Tirol, hay varios detalles que entran en juego. En primer lugar, los edificios que componen la Ceca hoy fueron construidos en 1880 en una reforma que cambió totalmente el edificio original, que databa desde el siglo XV y donde se había trasladado desde otra parte de la ciudad. Pero más importante, el pequeño edificio donde se efectuaba la laminación y acuñación mediante los ingenios hidráulicos estuvo situado a casi un kilómetro de la Ceca y aunque se conserva en la actualidad, ha sido convertido en una vivienda particular, habiendo sido drásticamente alterada su fisonomía antigua. No sólo esto, sino que el canal de agua que alimentaba las ruedas ha sido cubierto por completo ya que discurre por un barrio residencial[18]. Por estos motivos, aunque la Ceca de Kremnica siga acuñando moneda en la actualidad para la república Eslovaca, no podemos decir que sus edificios sean representativos de una planta industrial del siglo XVI en todos los sentidos como lo es la del Real Ingenio de Segovia.

Vista de la pequeña ciudad de Kremnica, donde se encuentra la ceca (flecha) situada en la gran plaza principal.

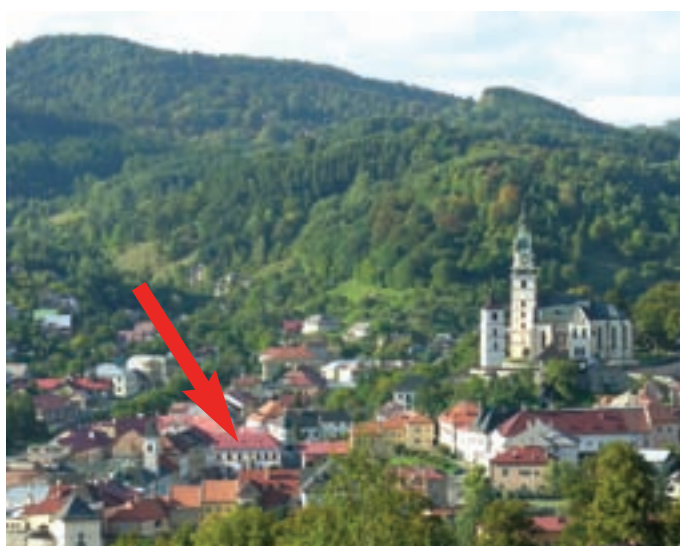


Foto: Glenn Murray.

Foto: Glenn Murray.



Otras vistas de la Ceca de Kremnica, cuya entrada principal (en la foto abajo dcha.) se encuentra en un extremo de la gran plaza principal de la ciudad, en el punto que indica la flecha.

Foto: Glenn Murray.



Foto: Glenn Murray.



Como apuntó Cooper, el resto de las cecas mecanizadas en el siglo XVI, no sólo las que se construyeron antes del Real Ingenio sino gran parte de las que se construirán durante muchos años después, se montaron en estructuras que ya existían dentro de los castillos o recintos amurallados de las ciudades, y fueron reformadas o se construían salas apartadas de la parte principal de la ceca para el laminado y acuñación con los ingenios movidos por el agua, como hemos visto en el caso de Kremnica. Esta condición presentaba ciertas limitaciones no sólo en cuanto a la amplitud y desarrollo del edificio respecto a los diferentes departamentos y el lógico flujo del material procesado, sino también por la disposición y capacidad de su sistema hidráulico, o sea el canal y las ruedas hidráulicas utilizadas en la fábrica. Mejor dicho, no se construyeron nuevas y grandes plantas industriales en las afueras de las poblaciones, como se haría hoy para una fábrica industrial y como se hizo para el Real Ingenio de Segovia. Respecto a las plantas o fábricas de otras industrias del siglo XVI, ya hemos visto que estas eran realmente talleres que se podía montar en casi cualquier edificio o casa. Entre éstas, sólo algunas de cierta envergadura precisaban estar situadas al lado de un caudal de agua para mover sus máquinas, y como el caso de las ferrerías o los talleres que hilaban seda en Bolonia, estos sólo producían productos intermedios, no artículos finales en serie listos para el uso de consumidores, ni tampoco existen hoy sus plantas originales del siglo XVI.

EL REAL INGENIO DE SEGOVIA COMO MUESTRA DE UNA PLANTA INDUSTRIAL

Después de haber repasado los diferentes tipos de industrias del siglo XVI, las técnicas de acuñación de moneda, y las fábricas de moneda mecanizadas anteriores al Real Ingenio de la Moneda, enfocamos nuestras consideraciones sobre las cualidades y características de la gran planta industrial construido por el rey Prudente, Felipe II, en Segovia. El lugar elegido por el rey era el emplazamiento de una antigua fábrica de papel a orillas del río Eresma que disponía de una excelente situación hidráulica, con azud y caz propio que alimentaba las ruedas hidráulicas de los mazos de triturar la pulpa de papel, como se aprecia perfectamente en un dibujo de 1562.

La fábrica de papel de Antonio de San Millán, al lado del puente de El Parral sobre el río Eresma, que fue elegida por Felipe II en 1583 como emplazamiento para su nueva ceca mecanizada. En este dibujo de 1562 observamos dos de las ruedas hidráulicas de la fábrica.



Ashmolean Museum, Oxford.



La fábrica de papel de Antonio de San Millán, estaba extramuros de la ciudad, al pie del Alcázar, lo que proporcionó amplio espacio para la construcción desahogada de una gran planta industrial para la fábrica de moneda.

El hecho de que la fábrica fuese construida extramuros de la ciudad facilitaba la construcción de una planta de gran tamaño que tendría diferentes departamentos para cada uno de los procesos industriales, cada uno según una lógica progresión del trabajo. Lo único que se aprovechó de la antigua fábrica era su excelente emplazamiento, ya que el azud, o presa, fue levantada dos pies por encima del de la fábrica de papel, y el caz, o canal de la antigua fábrica fue abandonado en favor de la construcción de otro completamente nuevo. Se construyó un nuevo arco en el puente de El Parral y se aprovechó el mismo puente como una barrera de seguridad contra las crecidas del río, y como salvaguarda de la nueva planta.

Ya hemos comentado antes las razones por las cuales el Real Ingenio fue la fábrica de moneda mecanizada más grande construida hasta entonces y durante muchos años después. Las casas de moneda pertenecientes a los pequeños ducados o estados centroeuropeos procesaban relativamente pequeñas cantidades de metal, mientras que esto no era el caso de España. En torno a la fecha de construcción del Real Ingenio, hubo quizás más de 500 casas de moneda sólo en la región comprendida hoy de Alemania, Italia, Suiza, Francia y zonas relacionadas de Hungría, Eslovaquia, la república Checa, Polonia, etc. En Castilla, muy centralizada en cuestiones de estado, había apenas seis. Y a pesar de que algunas de las cecas europeas estaban situadas próximas a notables minas de plata y oro, la producción minera que alimentaba dichas cecas no fue más que una pequeña parte de los metales que llegaban a España procedente de sus colonias en Indias. No nos debe extrañar que, cuando el rey con más plata y oro que todos los demás construyese su propia y gran fábrica mecanizada para acuñar moneda en Segovia, ésta era la más grande e importante ceca del mundo.

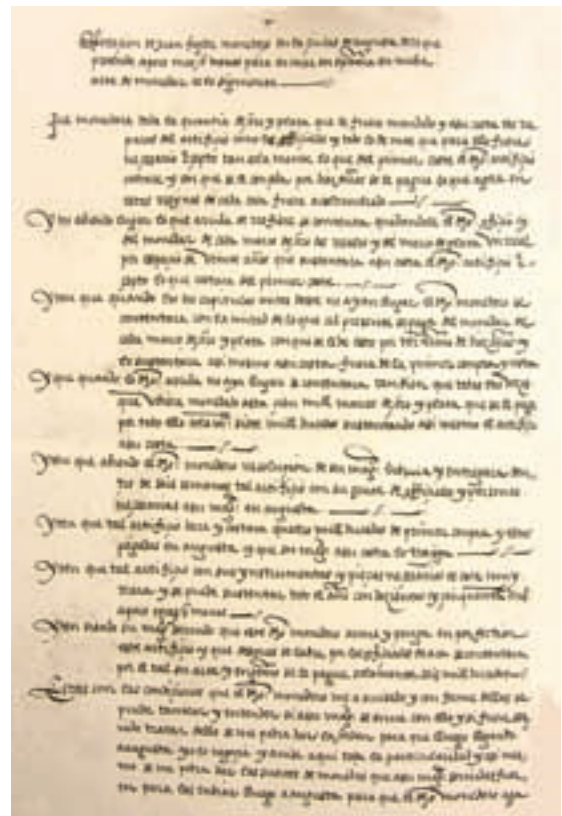
El conjunto o complejo industrial Real Ingenio de la Moneda fue fundado por Felipe II en 1583 y construido por su celebre arquitecto Juan de Herrera entre dicho año y 1588, con el asesoramiento de un equipo de técnicos de gran experiencia que habían sido entrenados previamente en Augsburgo y Hall en Tirol precisamente para la construcción y puesta en marcha de este nuevo tipo de planta industrial. Debido al tamaño y la

capacidad de la nueva fábrica y la experiencia aportada por los técnicos extranjeros, hemos de comprender que el Real Ingenio no solamente fuera la planta más importante construida hasta entonces, sino además quedaría sin rival durante mucho tiempo después.

En cuanto a las otras cecas mecanizadas que se iban estableciendo durante el mismo período que el Real Ingenio, es interesante saber que todas fueron promovidos por los mismos ingenieros procedentes de Augsburgo, que en un principio eran socios y rápidamente se convirtieron en competidores: Rudolf Rohrdorf, Jacob Stampfer, Hans Vogler, Max Schwob, Caspar Seller, Hans Rung, etc^[19]. En nuestro caso, era Hans Vogler (o Juan Fogler) quien dirigía la primera propuesta a las autoridades españolas en una carta que llegó a manos de Felipe II en 1577, apenas cinco años después de las primeras fechas que hemos visto en los rodillos de la exitosa puesta en marcha de la Ceca mecanizada de Augsburgo. El proyecto para España se puso en marcha a finales de 1580, y después de considerar la posible ubicación de los ingenios de acuñación en otras ciudades -casi se instalaron en Sevilla- el rey optó por Segovia, donde la obra de la nueva planta industrial comenzó en noviembre de 1583. Un año más tarde, el convoy industrial salió de Hall en Tirol rumbo a Segovia, donde llegó en junio de 1585, siendo éste, según los expertos, la expedición industrial más importante y de mayor envergadura jamás realizada por el hombre hasta entonces^[20]. El inventario de maquinaria enviada desde Tirol hasta Segovia es un documento de gran importancia en la historia de la industrialización del mundo. Un mes después de haber llegado a Segovia con las máquinas, los técnicos alemanes -seis que venían en 1582 y otros ocho que custodiaron el convoy de maquinas- habían montado los ingenios y ya se habían realizado las primeras pruebas, con rotundo éxito.



Itinerario de los cinco viajes que fueron necesarios para la negociación y puesta en marcha del Real Ingenio de Segovia.



Propuesta de Juan Fogler de 1577 para montar una ceca mecanizada en España (arriba), y portada del inventario de 1584 de la maquinaria que se trajo a Segovia (abajo).



Ministerio de Cultura, Archivo General de Simancas, Estado, leg. 671, fol. 7.

Tiroler Landesarchiv, Innsbruck.

INVENTARIO DE LA MAQUINARIA ENVIADA A SEGOVIA DESDE LA CECA DE HALL IN TIROL EN OCTUBRE DE 1584.

INGENIOS DE LAMINACIÓN

3 ingenios de hierro: 2 para laminar y 1 para acuñar;
con 1 rueda linterna de madera y 2 colaterales de madera cada uno.

CUÑOS DE RODILLO

3 pares de cuños rodillos de acero grabados para reales de a 8.
2 pares de cuños de acero grabados para reales de a 4.

FUNDICIÓN

1 horno para fundir oro y plata.

RIELERAS

4 rieleras para reales de a 8.
1 rielera para reales de a 4.
1 rielera para monedas pequeñas.

OTROS TIPOS DE PRENSAS DE ACUÑAR

1 prensa accionada por rueda hidráulica para acuñar monedas dobles de oro.
1 par de troqueles de acero grabado para monedas dobles de oro.
1 prensa accionada por rueda hidráulica para acuñar monedas sencillas de oro.
1 par de troqueles de acero grabado para monedas sencillas de oro.
1 prensa accionada a mano para acuñar monedas pequeñas de todo tipo.

RECORTADORES

10 tórculos grandes para recortar monedas grandes.
10 tórculos para recortar monedas pequeñas.

HERRERÍA

1 torno para tornear los rodillos.



Foto: Sancho González-Green.

Vista aérea del Real Ingenio poco antes del comienzo de su rehabilitación en febrero de 2007. Observamos que el espacioso conjunto está emplazado en dos niveles distintos: el patio alto, y el patio bajo y el de las ruedas. Esta ingeniosa distribución proveía seguridad contra inundaciones en los edificios del patio alto donde se llevaba a cabo las labores, entre otras, del proceso intrínseco -portería, cuerpo de guardia, sala de libranza, ensaye, fundición, archivo y oficinas de la fábrica- mientras que los departamentos de los edificios del patio bajo y el de las ruedas disponían de la cercanía del río y canal para las 14 grandes ruedas hidráulicas que movían la maquinaria del los procesos extrínsecos.



Foto: Glenn Murray.

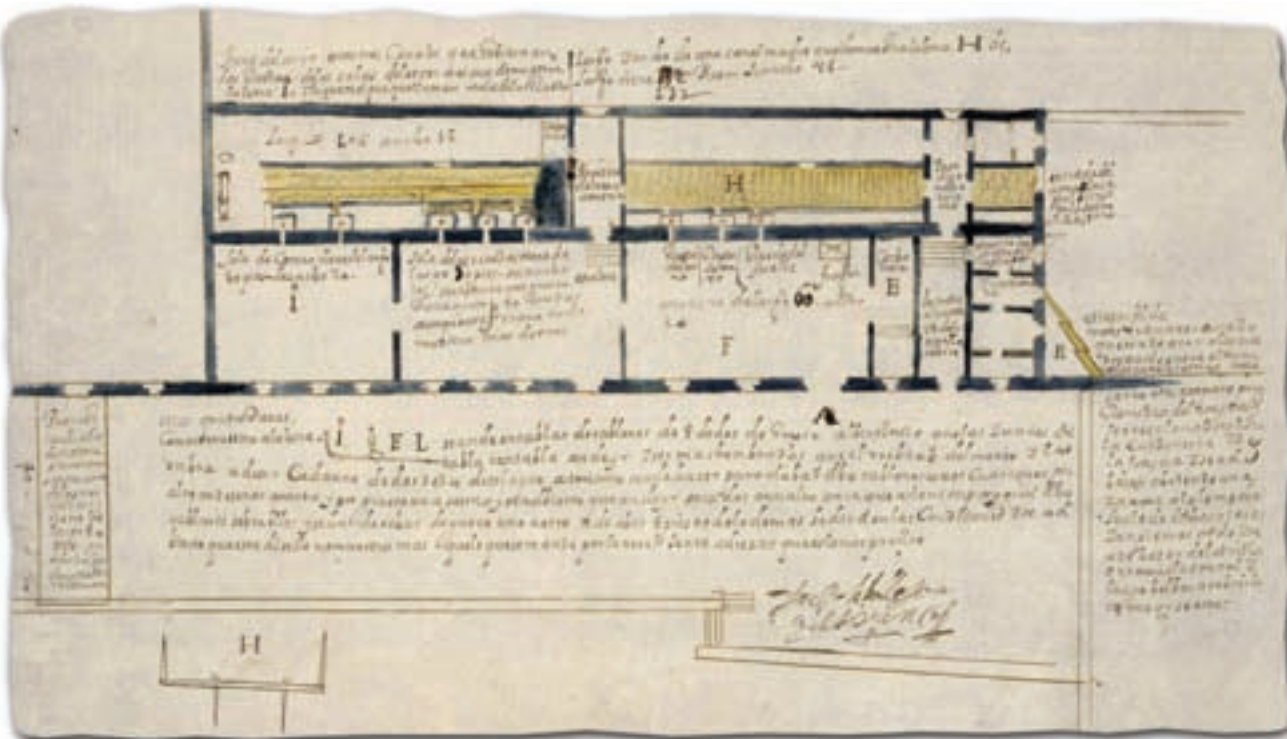
Vista del azud, o presa, que dirige el caudal de agua del río Eresma hacia el interior del recinto industrial, y en la que se aprecia el puente de la Moneda, y el Alcázar al fondo.



Foto: Glenn Murray.

Aspecto de las dos compuertas del aliviadero del azud, que se abren cuando hace falta vaciar el agua embalsada para efectuar obras en el canal, la presa o por otros motivos semejantes.

Especial mención merece la infraestructura hidráulica del Real Ingenio, conservada perfectamente en la actualidad y principal fundamento de nuestra tesis para que la planta sea reconocida como la más “completa” de su época que conserva la humanidad. El azúd, o presa, existe tal y como fue diseñado por Juan de Herrera en 1584, cuando mandó reformar el anterior de la fábrica de papel, subiéndola dos pies en altura para aumentar la reserva de agua para mover las ruedas hidráulicas^[24]. También merece destacar la gran ventaja que tuvo la planta al tener el río tan cerca de las ruedas. En este sentido, se dispuso de una enorme cantidad de agua embalsada en el propio río facilitando el funcionamiento a la vez de varias ruedas e incluso la posibilidad de trabajar en tiempos de sequía. Esto era imposible para una instalación que se abastecía de agua que discurría a través de un largo canal, como era el caso de la Ceca de Hall en Tirol y que veía su capacidad mermada debido a la estrechez del canal elevado que atravesaba toda la ciudad. Comparado con el volumen de agua que transportaba un canal de quizás un metro de ancho, como mucho, en Hall, en Segovia el río Eresma, aguas arriba de la presa de la Casa de la Moneda, tiene un largo de casi un kilómetro y ancho de casi 20 metros. Toda esta agua embalsada por la presa surte un caudal de aproximadamente 1.705 metros por segundo durante buena parte del año^[22]. Esta cantidad de agua sería suficiente para mover a la vez más de 22 ruedas de ingenios de laminar o acuñar del tipo que había en el Real Ingenio^[23]. Por esto, y con razón, el veedor de las obras en 1584 comentaba que el canal de madera que se estaba construyendo para mover las ruedas, de 18 pies de ancho, era de tal envergadura que “*podría caber por ella (el río) Duero*”.



Plano del edificio de máquinas del Real Ingenio en 1678. Segundo de los cuatro planos conocidos de la fábrica, éste fue dibujado apenas para indicar reparaciones que había que efectuar, pero sin ningún cambio o modificación. El plano muestra el canal en amarillo y el edificio tal y como fue diseñado por Juan de Herrera en 1583 y como quedaría hasta su reconversión para acuñar con prensas de volante en 1772 (arriba). Ya que no se dibujó la maquinaria con detalle, hemos incluido plano y detalle de la Ceca hidráulica de Cuenca (abajo), construida en 1661 -copia exacta de la que había en Segovia-, y en el que sí se aprecian las ruedas hidráulicas, los ingenios de laminar y acuñar, y la herrería (a dcha.) con sus ruedas para los fuelles, el martinete y el torno para fabricar los rodillos.



Las idóneas condiciones hidrológicas del Real Ingenio no sólo la hicieron la planta industrial más avanzada e importante de su tiempo, sino que salvaron la planta del abandono o derribo después de que toda la acuñación de moneda de España fuera centralizada en la nueva fábrica de Madrid que funcionaba con modernas máquinas de vapor. La Ceca fue cerrada en 1869 y en menos de diez años un nuevo dueño había abierto en ella una importante fábrica de harinas, moviendo sus máquinas también con la fuerza gratuita del agua.

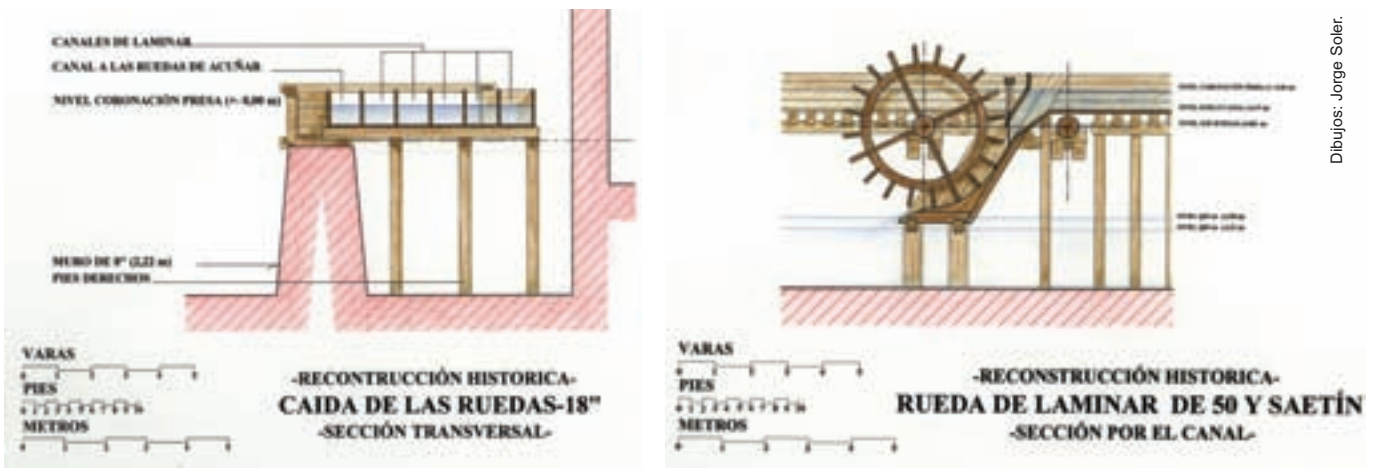
Es de gran orgullo no sólo para Segovia y España, sino también para la historia de la técnica e industria que el proyecto de rehabilitación del Real Ingenio que se puso en marcha en febrero de 2007, cuente con la rehabilitación de 8 de las ruedas hidráulicas que tenía la fábrica, precisamente para mover máquinas que serán reconstruidas para mostrar el funcionamiento de este sistema industrial a las generaciones venideras. Y sin lugar a duda, esto será la principal atracción del futuro museo-taller.



DEPARTAMENTOS ACCESORIOS ESPECIALIZADOS

El Real Ingenio es la muestra por excelencia de una planta perfectamente departamentalizada, diseñada y construida casi dos siglos antes de la llamada Revolución Industrial, conocida hasta ahora como el origen del concepto característico de una fábrica moderna. Precursora de una moderna fábrica, la planta de acuñar era totalmente auto-suficiente en casi todos los sentidos, mucho más que las plantas de otras industrias de su época, e incluso infinitamente más que las modernas fábricas de la actualidad. Pues sorprende saber que las cecas de hoy apenas preparan el grabado y reproducción de los matrices y cuños o troqueles, el estampado o acuñación de la moneda, su empaquetado y envío, mientras que las partes tradicionales como el preparado de la aleación, la fundición, el laminado, recorte y recocimiento del cospel se suele subcontratar a otras empresas que fabrican cospeles en otras fábricas en otras ciudades e incluso en otros países. El Real Ingenio tenía la capacidad de llevar a cabo todo el proceso de la fabricación de la moneda en sus propias instalaciones. Apenas entraba en la fabrica, aparte de cobre, plata, oro y acero en bruto, cosas como carbón, leña, aceite... y poco más. Además de los departamentos principales de una casa de moneda -los que componen los procesos intrínseco y extrínseco, que describiremos más adelante- el Real Ingenio contaba con varios departamentos accesorios, tales como la carpintería, la herrería y la oficina de grabado, cada uno encabezado por uno de los oficiales principales de la fábrica, como en estos casos eran el maestro de ruedas, el herrero y el grabador o tallador.

De suma importancia era el trabajo del maestro de ruedas. Con 14 grandes ruedas hidráulicas y todo el sistema de canales y compuertas construidas completamente de madera y bañados constantemente por el agua, podemos entender como este oficial y sus ayudantes estaban ocupados durante todo el año con el mantenimiento del complicado sistema hidráulico. Tenían su propio taller dentro de la fábrica y siempre intentaban mantener por lo menos una rueda hidráulica de repuesto por si fallaba una durante una labor importante. Evidentemente, este oficial también fabricaba y reparaba las puertas, ventanas, mesas, sillas, y demás artículos de madera que precisaba la fábrica.



Dibujos: Jorge Soler.

Aspectos del gran canal de madera, elevado sobre el suelo para que el agua que movía las ruedas tuviera amplio espacio para su evacuación. El canal tenía 18 pies de ancho (5 metros) y las ruedas de laminar y acuñar un diámetro de 13,5 pies (4,76 metros). El mantenimiento de este complicado sistema, todo construido de madera, era competencia del maestro de las ruedas, uno de los oficiales principales de la fábrica.



Foto: Glenn Murray.



Los ejes, o árboles, de las 5 ruedas hidráulicas en la sala de laminar tenían más de 6 metros de largo, parte en el exterior y parte en el interior del edificio. El maestro de las ruedas tenía entre sus competencias asegurar que no se torciera la madera de los ejes debido los extremos al que estuvieran expuestos: sol y sombra, seco y mojado. Arriba observamos los 5 agujeros de dichas ruedas durante la obra de rehabilitación, y en el anterior plano, la situación de éstos en el edificio.

Esta imagen del molino de sangre que movía los ingenios de laminar en la Casa de Moneda de Potosí, Bolivia, en su estado original, nos da una idea del desgaste al que estuvieron sujetos este tipo de máquinas, y por tanto la necesidad de tener un cualificado experto -el maestro de ruedas- en la plantilla de oficiales.

Otro departamento accesorio de la planta era la herrería. Esta era la sección donde se preparaba los rodillos de acero que se usaban en parejas en los ingenios para laminar, o aplanar y estirar el metal -con superficie liso-, y para acuñar la moneda -con superficie grabado-. Según el volumen de metal que se estaba procesando en la fábrica -por ejemplo, en 1618 se acuñaba más de 155 toneladas de metal entre cobre, plata y oro- se podía consumir hasta 500 rodillos al mes, ya que se rajaban y quebraban con frecuencia. El herrero tenía la obligación de mantener una estrecha relación con el maestro de moneda y con el grabador, para asegurar que cada uno tenía los rodillos que necesitaban para seguir trabajando.



Foto: Glenn Murray.

Foto: Glenn Murray.



Detalle del plano de 1678 en el que se ve el departamento de herrería con sus tres ruedas hidráulicas -rueda del torno (1), rueda del mazo (2), y rueda del fuelle (3)-, así como la fragua (4) y la carbonera (5), y fotografía de los agujeros de los ejes de las mismas ruedas, y el asentamiento del mazo, en la obra de rehabilitación.



Museo Rosgarten, Konstanz, Alemania.

Imagen del herrero torneando cilindros o rodillos para una ceca mecanizada según la vidriera *Konstanz*, de 1624.

La herrería era un departamento de gran importancia en las cecas mecanizadas debido a lo que hemos comentado arriba, lo cual destacaba este tipo de fábrica muy por encima de la complejidad de las cecas de martillo, ya que estas solían comprar herramientas como martillos y el acero necesario para cuños, ya formados, de proveedores o herreros externos. Uno de los asistentes del herrero en el Real Ingenio era el cerrajero, y este se ocupaba de mantener operativa las partes metálicas de los ingenios y también se dedicaba a fabricar herramientas o cualquier artículo metálico que necesitaba la fábrica, incluso rejas para ventanas y puertas. Tan autosuficiente era la fábrica que en la herrería se construían nuevas máquinas como los ingenios laminadores o los tórculos de recortar, copiando los ejemplares traídos desde Tirol. Hoy, las cecas y cualquier otro tipo de fábrica compran su maquinaria de empresas externas especializadas en su fabricación, lo que nos demuestra una vez más la singularidad del Real Ingenio, incluso comparándolo con las modernas plantas industriales de la actualidad.

La herrería del Real Ingenio era un departamento en si mismo completamente mecanizado. Contaba con tres ruedas hidráulicas: una para el fuelle de la fragua, otra para el martinete o mazo que se usaba para golpear los cuadrados de acero en su parte central para ir redondeando la parte que laminaría o acuñaría el metal, y otra para mover el torno, donde se terminaba de redondear y pulir el cilindro. La capacidad de la planta para

producir internamente todos los instrumentos que necesitaba para funcionar - rodillos, tenazas, palas, buriles, etc.- es parte de lo que hacía la fábrica tan vanguardista o avanzada para sus tiempos.

El otro departamento accesorio era la oficina del grabado, donde el tallador o grabador preparaba los cuños o troqueles para la acuñación de la moneda. Este oficial era uno de los más especializados e imprescindibles de toda la planta, ya que sin él -como consta muchas veces en los documentos cuando estaba enfermo, ausente o había fallecido- era imposible acuñar moneda. El grabador era un auténtico artista, y los documentos nos muestran que el oficio quedaba dentro de la familia, con abuelo, padre e hijo viviendo dentro de la fábrica. Solía ocurrir que si al padre le fallaba la vista, su hijo ejercía el puesto, y su nieto aprendía el oficio desde pequeño. Los grabadores del Real Ingenio solían ser artistas que habían venido de otros países, como el primero, Pedro Hartenbeck (alemán), escultor del Archiduque Fernando de Tirol, que estableció y organizó la oficina de grabado desde su comienzo^[24], o Diego de Astor (flamenco), quien antes había trabajado con el Greco en Toledo y fue elegido en 1636 por Felipe IV para fundar en Madrid la imprenta del Papel Sellado e iniciar su funcionamiento.

En cuanto al departamento de grabado, volvemos a hacer hincapié en el hecho de que aparte de la acuñación o estampado de la moneda, el grabado de los troqueles es una de las pocas labores de todo el proceso que aún se realiza hoy en las casas de moneda, aunque sea puramente por cuestiones de seguridad. Hoy como ayer, el que tiene los cuños o troqueles de la moneda, tiene el instrumento fundamental para labrar moneda, y en este sentido hemos de comprender la complejidad, precisión y seguridad imprescindible para lo cual fue diseñado muy a propósito la planta industrial del Real Ingenio de Segovia, especialmente cuando lo comparamos con otros tipos de fábricas de su época.

PROCESOS INDUSTRIALES DE LA FABRICACIÓN DE MONEDA

Habiendo hecho referencia a los departamentos accesorios y especializados de la planta que realizaban labores fabriles necesarios para la producción, que no la moneda en sí, conviene hacer a continuación un breve repaso de la organización de los demás departamentos. En primer lugar, hemos de entender que la fabricación de moneda es un proceso complejo -no sencillo- en el sentido de que consiste de dos grandes secciones: el intrínseco y el extrínseco, ambos asistidos por otros departamentos no productivos propiamente dicho, como tesorería, balanzario, contabilidad, escribano, etc..

En la primera de estas dos partes, y bajo la exclusiva responsabilidad del fundidor, se encerraba dentro del metal su valor natural basado en la cantidad de metal noble que contenía, o sea su fino o ley: éste era el proceso *intrínseco*, o interior. En la segunda parte, bajo la exclusiva responsabilidad del maestro de moneda, se manipulaba el metal hasta que alcanzaba la forma que había de tener como moneda, y se efectuaba el estampado del tipo, que indicaba el valor asignado a la pieza por el gobierno que la emitía: el proceso *extrínseco*, o exterior. El otro responsable (eran tres) de la custodia del metal en la planta era el tesorero, quien lo tenía en su poder a partir del momento en que entraba en la fábrica hasta que lo entregaba al fundidor. Así mismo era responsable entre los procesos intrínseco y extrínseco, y después de éste hasta que la moneda salía de la fábrica.



Mesa e instrumentos de un grabador (arriba) y un punzón tallado en acero para el reverso de la moneda de cobre de Segovia a partir de 1772 (abajo).



Museo Ceca de Stolberg, Alemania. Amigos de la Ceca de Segovia [G. Murray].

Museo Casa de la Moneda. [Foto: Glenn Murray].

ENTRADA DEL METAL EN LA FABRICA

Cuando el metal en bruto llegaba a la fábrica, su dueño se identificaba ante el portero y éste tomaba nota de su nombre, procedencia, documentos de identidad y el número de barras de metal que le acompañaba. A continuación se entraba al recinto de seguridad de la planta y se pasaba a la sala de libranzas donde era recibido por el tesorero, quien en presencia del dueño del metal y con la intervención del balanzario, ensayador y escribano, efectuaba el registro de entrada de cada barra. Esta era una de las formalidades básicas de la fábrica que consistía en el pesado de cada barra de manera individual, el análisis de su contenido fino mediante el ensayo de un bocado, o pequeña muestra que se sacaba de la barra, y la anotación del peso y el fino en el libro de entradas por parte del escribano.

Estas anotaciones formaban la base del cálculo para determinar qué cantidad de moneda labrada correspondía al dueño de los metales al final de todo el proceso industrial. Generalmente los metales entraban con muchos diferentes grados de fino, así es que no fue tan fácil saber inmediatamente el valor real de lo entregado. Eso sí, cualquier particular podía entregar plata u oro en cualquiera de las cecas españolas para ser labrada en moneda, pagando los dos impuestos que había: el señoreaje, que consistía en un real por cada 67 reales de plata labrados (o un escudo por cada 68 escudos de oro) para el rey, como autoridad que emitía la moneda; y el monedaje, que consistía en otro tanto que se destinaba al pago de los oficiales y obreros, la conservación de la fábrica, compra de carbón y demás materiales, etc. Sólo el gobierno podía labrar moneda de cobre ya que esto era un ejercicio sumamente lucrativo, dado que el valor estampado en la moneda era muy superior al valor del metal; no ocurría así con monedas de plata y oro.

Hubo cinco departamentos de la planta implicados en este primer paso: la portería, la tesorería, la oficina del balanzario, la oficina del ensayador y el archivo de la fábrica. En el Real Ingenio la portería estaba al lado de la portada monumental -la única entrada y salida de la fábrica-, mientras que las demás oficinas se encontraban adyacentes a la sala de libranzas en el edificio del patio alto. El escribano pasaba de una oficina a otra para tomar sus notas, y guardaba sus libros en el archivo de la fábrica, también anejo a la tesorería y sala de libranzas. Efectuada la formalidad de la entrada, se entregaba al dueño del metal el certificado por escrito de lo que había ingresado en la fábrica, y los metales quedaban guardados en el tesoro, bajo responsabilidad del tesorero hasta que el fundidor le avisaba de que estaba preparado para efectuar las labores intrínsecas. Sólo era posible abrir el tesoro con tres diferentes llaves a la vez. Una la tenía el tesorero, otra el ensayador y la otra la solía tener el fundidor u otro oficial principal de la fábrica. De esta manera, nadie tenía acceso en solitario a los metales, y se cumplía con rigor esta especial característica de seguridad correspondiente a una planta industrial dedicada a labores realizadas con metales preciosos.

PROCESO INTRÍNSICO

Cuando el fundidor tenía preparado todos los materiales que necesitaba para efectuar la fundición -carbón, crisoles, ayudantes, etc.- lo comunicaba al tesorero, y los dos, con la intervención del balanzario y el escribano, formalizaban el traspaso de la cantidad de metal que el fundidor estimaba conveniente. Se pesaba tanto las barras de metales preciosos como las de la liga de cobre, tomando nota de todo en los libros de registro. A partir de este momento el fundidor tenía la exclusiva responsabilidad del metal en su poder, y era obligado a



Barras de plata tal y como solían entrar al Real Ingenio procedentes de Perú y México, algunos pesando hasta 80 kilos.

Spanish Treasure Bars, Alan Craig y Ernest Richards, EN RADA Publications, 2003, cortesía: Mel Fisher Maritime Heritage Society.



Instrumento básico del balanzario, este del Museo de la Casa de Moneda de Potosí, fabricado por "M.G." en 1693.

Foto: Glenn Murray.

devolver este mismo peso exacto de metal - ya puesto en rieles, o pequeñas barras preparadas para laminar-, al tesorero. El departamento de la fundición estaba en el patio alto del Real Ingenio, y el fundidor disponía de su propio tesorillo donde podía guardar tanto metal en bruto como rieles ya preparados mientras que estuvieran en su poder. Llevaba en una cuenta aparte el metal que iba guardando en forma de escobillas, o pequeñas gotas, raspaduras o barridos de metal que caían al suelo, y le estaba permitido una pequeña cantidad de metal, calculado en porcentaje de la partida procesada, por mermas en la fundición, o metal que se perdía por evaporación. Siempre se usaba el máximo rigor en el pesado y contabilidad de todos los metales cada vez que pasaban de unas manos a otras en la fábrica.

Al preparar las barras de plata u oro y las de la liga de cobre para la fundición, el fundidor dependía de la constante intervención del ensayador y de sus cálculos matemáticos para planificar la aleación correcta, cargar todo en los crisoles, y vigilar el proceso de la fundición para asegurar que la aleación saliera con el fino o ley correcto. Cuando el metal se había fundido por completo y se había verificado una vez más la ley, se vertía en las rieleras, o baterías de moldes. El resultado obtenido eran pequeños rieles o lingotes de metal con las dimensiones idóneas para ser estirados y aplanados en los laminadores, y esto es lo que el fundidor devolvía al tesorero, concluyendo así la parte intrínseca de la labor.

PROCESO EXTRÍNSECO

El tesorero iba guardando todos los rieles en el tesoro hasta que el maestro de moneda le avisaba que estaba preparado para efectuar la parte extrínseca del proceso. Entonces, con la misma intervención de siempre por parte del balanzario y el escribano, pesando y anotando todo, el tesorero iba pasando el metal al maestro de moneda en partidas de 100 rieles. Estas partidas eran entonces procesadas bajo la exclusiva responsabilidad del maestro de moneda hasta llegar a tener todo el metal transformado en monedas acuñadas, las cuáles devolvía al tesorero por su peso, más la cizalla, o recortes, limaduras, escobillas y cualquier otro resto de metal, también por su peso, que debía ser devuelto a la fundición para volver a ser reaprovechado.

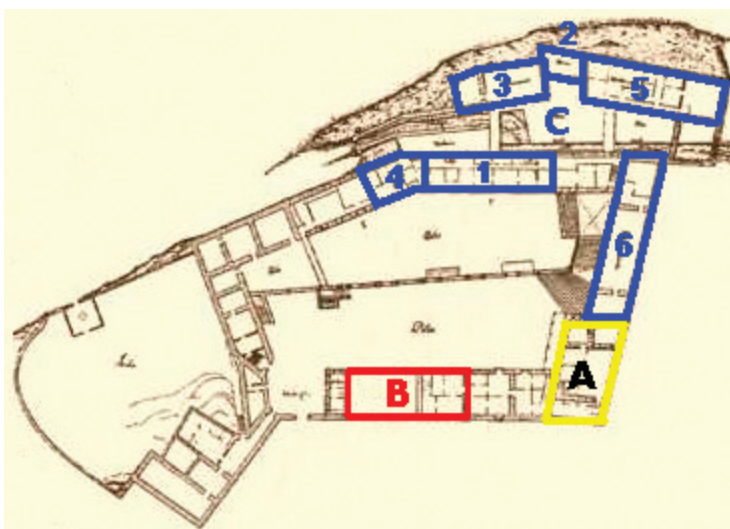


Museo Rosgarten, Konstanz, Alemania.

Departamentos del ensaye (arriba) y de la fundición (abajo) según la vidriera *Konstanz*, de 1624.



Museo Rosgarten, Konstanz, Alemania.



Sub-circuitos principales del proceso de la acuñación en el Real Ingenio: A) Sala de libranza a cargo del tesorero; B) proceso intrínseco en la sala de fundición de patio alto a cargo del fundidor; C) proceso extrínseco en los edificios del patio bajo a cargo del maestro de moneda: 1) sala de laminar, 2) horno de recocimiento, 3) blanqueamiento, 4) sala de acuñar, 5) acuñación de plata y oro, y después hileras, 6) sala de volantes construida en 1772.

OFICINAS



LABOR INTRÍNSECA

TALLERES

Recibe por peso el metal en bruto + la liga, y con el **ENSAYADOR** prepara la aleación.



Carga el crisol con el metal y se hace la fundición. El **ENSAYADOR** vigila la ley que va saliendo

FUNDIDOR

Abre las rieleras, enfría los rieles, y los entrega por peso al **tesorero**.

ENSAYADOR

Hace el vertido del metal en la rielera.

GRABADOR

TORNERO

MAESTRO DE MONEDA

Recibe los rieles por peso en lotes de a 100 rieles.

1º Laminado

Seca y pule las láminas con serrín.

Blanquimento.

Recocimiento



Acuña las láminas de metal a rodillo.

2º Laminado

Recocimiento

Entrega las monedas + la cizalla por peso al **TESORERO**.

Recorta las monedas.

3º Laminado

Recocimiento

*Más posibles laminados

4º Laminado*

Recocimiento*

LABOR EXTRÍNSECA

OTROS ASPECTOS: ESPECIALIZACIÓN DE LABORES

Ya hemos visto el trabajo especializado que se llevaba a cabo dentro de cada departamento específico del Real Ingenio. Cada uno de estos departamentos formaba un eslabón en la cadena que facilitaba la fabricación completa de un producto industrial desde su comienzo hasta su final, bajo un sólo techo y una sola dirección. Tan completo y avanzado fue el concepto del conjunto de actuaciones y regulaciones en torno al producto fabricado -desde su fabricación hasta las reglas de su uso por el público- que incluso salió de la fábrica a la calle dotado con numerosas siglas y marcas de control y garantía, como ya hemos visto. Estas marcas en todas y cada unas de las piezas fabricadas son testimonios de las responsabilidades que tuvieron en cada momento los trabajadores de la planta.

También es digno de mencionar que todo el proceso industrial fue tan complejo que era imposible que una persona elaborara el producto en solitario desde comienzo a final. Pues para poner un solo ejemplo: el grabador nunca sabría calcular la aleación correcta de metales que se preparaba para la fundición (el ensaye), y el ensayador jamás sería capaz de grabar los troqueles o cuños necesarios para acuñar la moneda, y era el herrero -no el grabador- el que manejaba la técnica precisa para templar éstos para que pudieran recibir el grabado y endurecerlos para poder acuñar con ellos sin que se rajasen o se quebrasen. Si a esto añadimos los conocimientos necesarios para dirigir los otros departamentos de la fábrica, podemos entender su complejidad y por qué había diez oficiales principales -y en épocas aún más- cada uno con títulos otorgados personalmente por el rey, entre ellos: tesorero, ensayador, superintendente, fundidor, balanzario, contador, maestro de moneda, maestro de ruedas, herrero, escribano, portero, alguacil, etc.

Foto: Glenn Murray.



Rótulo en la imposta del edificio principal del patio bajo señalando las divisiones de los diferentes departamentos: SALA DE ACUÑAR Y CORTAR MONEDA.

OTROS ASPECTOS: RÉGIMEN JURÍDICO Y DE SEGURIDAD

Tan importante era la presencia continua de los diez oficiales principales en la fábrica, que por obligación de su contrato, tuvieron que vivir junto con sus familias dentro de la planta. Tenemos que recordar que el acceso a la planta era estrictamente controlado a través de la portería junto a la portada monumental, que era el único punto de entrada o salida de la fábrica. Se hacía todo esfuerzo posible para limitar las entradas y salidas de la fábrica y por esto la planta contaba con su propia taberna, donde los trabajadores podían consumir el vino, pan y aceite necesario para seguir trabajando, como se hace en muchas fábricas hoy en día, sin tener que ausentarse de las instalaciones.

En este sentido, hemos de recordar que al contrario de los productos elaborados en otros tipos de industrias, en el Real Ingenio se trataba del procesamiento de grandes cantidades de plata y oro, por lo que la seguridad siempre fue una consideración de primer orden. Tan importante eran los aspectos de seguridad de la planta que la fábrica contaba con su propio régimen jurídico, totalmente diferenciado al de la ciudad, y por eso tenía su propio alguacil y calabozo. La justicia municipal no podía ni siquiera entrar en la fábrica ni tenía competencia alguna en cuanto a sus estancias o trabajadores, incluso cuando éstos se encontraban fuera de sus puestos de trabajo paseando por la ciudad. Y es que todos los monederos de todas las cecas siempre disfrutaban, desde tiempos inmemoriales, con ciertos privilegios y gajes no presentes en otras industrias, tales como la exención de tener que pagar impuestos y de tener que prestar servicio militar. Se trataba de controlar a los empleados e imponer la seguridad mediante la concesión de privilegios y medidas disuasorias o preventivas.



Foto: Glenn Murray.

Las dos celdas del calabozo, en un extremo del patio bajo. Era difícil que los empleados no tuvieran siempre en cuenta las consecuencias de cualquier confabulación deshonesta.

Con la creación del Real Ingenio de Segovia, se recoge todas las cualidades excepcionales históricas de las fábricas de moneda y se establece dentro de dicho régimen una planta industrial mecanizada, verdaderamente moderna en todo el sentido de la palabra, dos siglos antes de que la Revolución Industrial hiciera que muchas de estas características fuesen normales también para otros tipos de fábricas.

EL REAL INGENIO COMPARADO CON LAS INDUSTRIAS DE HOY

Para concluir nuestro análisis sobre la fábrica o planta industrial como un nuevo concepto, nos atrevemos a afirmar que el Real Ingenio de la Moneda de Segovia constituye una primicia, una novedad, y el primero de su tipo construido a tan gran escala para la producción masiva y mecánica de piezas idénticas en serie en la historia de la industrialización del mundo.

Como el mejor exponente de una planta industrial del siglo XVI, destacamos que se construyó como una nueva fábrica, comenzando de nada, con planos bien concertados entre el arquitecto particular -Juan de Herrera- del rey Prudente y expertos alemanes especializados en la materia, en un emplazamiento abierto, espacioso y alejado del centro de la ciudad, fuera del recinto amurallado y al lado de un potente río que sirvió como fuerza motriz para sus 14 grandes ruedas hidráulicas. El conjunto industrial se compuso de varios edificios, distribuidos en torno a tres patios en dos diferentes niveles. Las oficinas y dependencias del patio alto estaban a salvo de cualquier inundación por grande que fuera, mientras que los departamentos que albergaban la maquinaria hidráulica, necesariamente al lado del río, estaban protegidos por el puente de El Parral de posibles riadas. La fábrica fue construida con un planteamiento lógico y estudiado en cuanto a la distribución de los procesos -la departamentalización-, diseñado desde el comienzo para albergar una batería de diferentes máquinas de última generación con el propósito de fabricar productos en serie que se ajustaban a unas especificaciones en cuanto a tamaño, tipo, peso, estampado, aleación, etc. sin comparación con ninguna otra industria de la época.

Pero no sólo es interesante considerar el Real Ingenio dentro de su contexto histórico, sino también fuera de él, centrándonos en primer lugar en la fabricación de moneda tal como se hace hoy en día. Tal y como ha pasado en otros tipos de industrias, las grandes fábricas de moneda en la actualidad subcontratan muchas labores a empresas externas o satélites. Por ejemplo, las labores de aleación, fundición, enriado, laminación, recocido, blanqueamiento y recortado de cospeles se suelen hacer por empresas externas, en sus pro-



Foto: Glenn Murray.

Una parte importante de la arqueología industrial es la interpretación de las inscripciones y los rótulos en los edificios porque indican las actividades llevadas a cabo en los diferentes departamentos.



Foto: Glenn Murray.

IV. PATRIMONIO HISTÓRICO INDUSTRIAL DE LA HUMANIDAD

Sólo nos quedan algunos puntos más por repasar al final de nuestro análisis para comprender la importancia que tiene actualmente Real Ingenio de la Moneda de Segovia como un componente singular del Patrimonio de la Humanidad. En primer lugar, hemos de tener en cuenta que el patrimonio industrial es un concepto nuevo y aún no del todo establecido ni apreciado.

Cuando pensamos en monumentos y en patrimonio, inmediatamente recordamos los importantes edificios habituales: catedrales, iglesias, palacios, castillos, fortalezas, etc. que representan los testimonios históricos de los tres sectores fundamentales de la sociedad civilizada: la religión, la nobleza y la milicia. Y es evidente, a simple vista, que estas importantes obras arquitectónicas merecen ser estudiadas, respetadas y conservadas.

Por otro lado, nos vienen a la mente los grandes testimonios arqueológicos de civilizaciones pasadas: egipcios, griegos, romanos, incas, aztecas, mayas, y muchos otros pueblos que habitaron en los lugares más remotos de la tierra. Estos monumentos han sido reconocidos desde siempre como algo destacable y merecedor de ser estudiado y conservado.

Hace apenas un siglo y medio, el hombre empezaba a considerar ciertos parajes naturales como un patrimonio digno de destacar y conservar. En principio se reconocía lugares como Yosemite y el Gran Cañón en Estados Unidos como lugares singulares por su gran belleza, y posteriormente a lugares excepcionales de nuestro frágil y cada vez más degradado ecosistema, un concepto que ha llegado ahora hasta todos los rincones del mundo.

El concepto de Patrimonio Histórico Industrial es aún más nuevo, y de hecho el término "arqueología industrial" no se acuña hasta la década de los años 1950^[25]. No obstante, lejos de ser lugares de dioses, de reyes o de militares, estos son los lugares donde nuestros antepasados -el hombre humilde de la calle-, ganaba su vida trabajando. Pero aún más importante, son precisamente los lugares donde la civilización realmente ha dado sus grandes saltos adelante. Ya hemos visto de qué modo un lugar casi desconocido y desde luego completamente olvidado hasta hace muy pocos años, como es el REAL INGENIO DE LA MONEDA DE SEGOVIA, fue realmente precursor de la típica planta fabril de la Revolución Industrial casi dos siglos más tarde.

Desgraciadamente, debido a que estos lugares no suelen ser impresionantes a primera vista, o muy notables arquitectónicamente, han quedado muy pocos de ellos. Y es que las plantas industriales han tenido bastantes enemigos, entre ellos la galopante urbanización de muchas ciudades durante el siglo XX, frecuentes guerras en la Europa industrializada, y cómo no, la propia reconversión o extinción de las viejas fábricas en programas de modernización llevadas a cabo por sus dueños -las empresas-, que siempre han tenido un afán más capitalista -su razón de ser- que cultural. Pero por suerte, en los últimos años, se está mostrando, y se pretende mostrar con la rehabilitación del Real Ingenio, que una antigua fábrica industrial también puede ser generadora de capital, aprovechando el motor del turismo, y en el caso de nuestra excepcional Casa de la Moneda, su proximidad a grandes núcleos de población, bien conectada por medios de transporte y también en una ruta establecida y mundialmente conocida en cuanto al turismo internacional.

Y es que si nos ponemos a buscar monumentos o rutas de patrimonio histórico industrial en internet, la totalidad de los lugares que aparecen, casi sin excepción, corresponden a los centros de producción de materiales en bruto, como textiles, hierro, acero y otros metales, minas de carbón, etc., y casi siempre se refieren a industrias de los siglos XVIII y XIX. Hay curiosas excepciones donde se muestran talleres o barrios enteros ocupados por joyeros, relojeros, y artesanos de otros tipos de productos acabados, pero estos, incluso los del siglo XIX, no dejan de ser talleres artesanales, y no plantas industriales para la fabricación masiva de productos en serie, como fueron las casas de moneda.

De hecho, las historias de la industria y de la tecnología son campos bastante recientes y diversificadas. Quizás su característica principal es que queda tanto por hacer, por investigar y estudiar. En general, estas historias cobran muy poca importancia respecto a otras, como las políticas, militares, etc. Es más, los pocos expertos que hay se ven tan desbordados en sus intentos de estudiar y recuperar ejemplares singulares del siglo XX amenazados con ser destruidos, que no se ha prestado la debida atención a las fases iniciales de la

era industrial -antes de la llamada Revolución Industrial- ni mucho menos a aspectos tan aislados y oscuros como las cecas y la acuñación de moneda.

EL REAL INGENIO DE LA MONEDA DE SEGOVIA

"Fábrica industrial más antigua, avanzada y completa que se conserva de la humanidad"

El el presente estudio, hemos analizado varios conceptos para justificar nuestra propuesta de que el Real Ingenio de la Moneda de Segovia sea reconocido como la planta industrial más singular de la humanidad. A continuación y de manera de resumen, repasaremos brevemente los fundamentos básicos de nuestra propuesta:

LA MÁS **AVANZADA** CONSTRUIDA ANTES DE FINALES DEL SIGLO XVI

Por primera vez que sepamos y hemos podido encontrar en la literatura técnica y científica sobre procesos industriales, hemos estudiado en detalle las máquinas inventadas e instaladas en un selecto grupo de casas de moneda a partir de la segunda mitad del siglo XVI. Hemos visto las rigurosas especificaciones empleadas en la labor de este producto tan especial que es la moneda, fabricado masivamente en serie, con siglas de garantía y seguridad, en una planta departamentalizada regulada también por estrictísimas medidas de seguridad. Hemos visto ejemplares de cuños de rodillo fechados a partir de 1572, los cuales hemos atrevido a llamar los instrumentos más antiguos para la producción mecánica, en serie y masivamente, de un producto listo para el uso por el consumidor. Y hemos comparado este sistema de producción, verdaderamente moderno, con los de otros de la época, que eran esencialmente artesanales. En este sentido, hemos propuesto que la fabricación de moneda en las primeras cecas mecanizadas era el más moderno, o avanzado, sistema de producción industrial de dicha época.

LA MÁS **ANTIGUA** QUE SE CONSERVA

A continuación, hemos repasado las 14 cecas en las cuales fueron instaladas estos sistemas de producción mecánica anteriormente a la de Segovia (1585). Hemos visto que algunos casos fueron meras demostraciones, experimentos o no tuvieron continuidad, y que en la mayor parte de ellas, han desaparecido los edificios originales donde se emplazó la maquinaria. Tomando en cuenta la mayor antigüedad, junto con el concepto de la planta más completa, hemos llegado a la conclusión de que el Real Ingenio es la más antigua de éstas que se conserva.

LA MÁS **COMPLETA** QUE SE CONSERVA

Finalmente, y considerando que lo que estamos proponiendo es la creación de un museo singular y universal donde se podrá mostrar a las generaciones venideras cómo funcionaba este tipo de fábrica industrial, hemos llegado a la conclusión de que el Real Ingenio es, sin lugar a duda, el ejemplar más completo que ha llegado hasta nuestros días. En este sentido, es de primordial importancia que la planta conserve su sistema hidráulico -azud y caz-, para que el visitante pueda palpar y contemplar in situ, todo los diferentes aspectos como una sola unidad. Además, ya hemos citado las razones por las cuales el Real Ingenio fue la ceca más grande e importante de este tipo jamás construida, siendo fábrica particular del rey con más plata y oro para convertir en moneda, de todos los monarcas del mundo.

La UNESCO ha mostrado su preocupación últimamente por la falta de homogeneidad en su lista de lugares declarados *Patrimonio de la Humanidad*. De un total de 851 lugares inscritos a noviembre de 2007, 660 son “culturales”, 166 “naturales” y 25 “mixtos”. Según las conclusiones de un estudio global llevado a cabo por ICOMOS desde 1987 hasta 1993, en las ciudades históricas de Europa, hay una cantidad excesiva de menciones sobre monumentos religiosos, períodos históricos y arquitectura “elitista” comparado con lo que se podría describir como vernacular o popular. Se consideraba que esto era debido al sistema de nominación de los sitios y a la manera en que están identificados, asesorados y evaluados^[26]. Como resultado, se tomó la decisión de promover las nominaciones en las categorías infrarepresentadas, que podemos suponer incluye, lógicamente, los monumentos que tienen que ver con la historia de la industria y la técnica, tales como las plantas industriales, y muy en particular las que datan desde antes de llamada “Revolución Industrial”, período que enmarca la mayoría de los pocos lugares industriales ya nombrados o reconocidos.

En la lista de lugares culturales declarados *Patrimonio de la Humanidad*, hay apenas entorno a 30 lugares que tienen algo que ver con la industria y la técnica, y la mitad de estos son minas y sus infraestructuras relacionadas. La ausencia de plantas departamentalizadas para la producción mecánica y en serie de productos listos para el uso del consumidor es total. Tampoco parece que se considera el concepto de lo que es la producción de piezas idénticas en serie en ninguno de los sitios nombrados. No obstante, y como sabemos todos, este tipo de producción industrial es la esencia de nuestra forma de vivir hoy en día. Y es que el concepto quizás ha parecido demasiado reciente para los expertos consultados, que habrán estudiado otros campos más conocidos como la producción minera o textil de los últimos dos siglos, pero que aún no han contemplado el fascinante y poco estudiado campo de la fabricación de moneda.

De hecho, en otra sesión, el Comité de la UNESCO que vela por el *Patrimonio de la Humanidad* tomó la decisión de potenciar la diversificación de los nuevos nombramientos para la lista de monumentos culturales mediante la introducción de nuevas temáticas, siendo uno de los recomendados la “tecnología Industrial”. Con esto se pretende destacar los conceptos como la “función” que tuvieron y el “significado” histórico de los posibles nuevos candidatos. Podemos suponer que estos criterios son menos “visuales” o inmediatos que la valoración usada para gran parte de los nombramientos realizados hasta ahora, y motivo por el cual los sitios de industria y tecnología apenas están representados. Como conclusión, se recomendó encargar más estudios a técnicos y especialistas relacionadas con los temas y las categorías infrarepresentadas^[27]. No obstante, hemos de tener en cuenta que respecto a la tecnología de la acuñación de moneda de los siglos XVI y XVII, no hay estudios que se puedan consultar, y en cuanto a los edificios de las antiguas cecas, son casi totalmente desconocidos. En este sentido, creemos que la importancia del presente texto, en general, va mucho más allá del ejemplo de planta industrial que pretendemos destacar en Segovia.

Los criterios que utiliza la UNESCO para la selección de los lugares culturales declarados *Patrimonio de la Humanidad* consisten en 6 conceptos diferentes, y para que un lugar pueda ser incluido en la lista debe cumplir con uno de estos conceptos por lo menos. Por esto, creemos que es de gran trascendencia señalar que el Real Ingenio de la Moneda de Segovia, de una u otra manera, cumple con cada uno de los seis criterios, a saber:

I. Ha de ser representativo como obra maestra del ingenio creativo del hombre.

El Real Ingenio es la más antigua y completa muestra que se conserva de una planta industrial diseñada desde el principio para albergar un complejo sistema de producción mecánica en cadena mediante la departamentalización de los edificios, mostrando una ingeniosa combinación de creatividad, en cuanto al lógico proceso de labores, y de elección del emplazamiento estratégico por su fuerza motriz -el agua-, por la seguridad contra robos, incendios e inundaciones.

II. Ha de exhibir un importante intercambio de valores humanos a través del tiempo o dentro de una área cultural del mundo, desarrollado en arquitectura o tecnología, artes monumentales, urbanismo o diseño paisajístico.

El Real Ingenio es el máximo exponente de la culminación y puesta en marcha de una tecnología desarrollada en Alemania y transferida hasta España mediante el intercambio de valores -desde los gobiernos hasta los ingenieros- en cuanto a la percepción de la seguridad necesaria para la moneda en circulación. Asimismo, representa el primer peldaño en el desarrollo de la arquitectura industrial teniendo en cuenta las últimas novedades en cuanto a la tecnología puntera de la época. Su emplazamiento extramuros, fuera del centro de la

población, es precursor para el urbanismo de lo que conocemos hoy como un polígono industrial, con un desahogado espacio para la planta sin que su actividad afecte a los vecinos.

III. Ha de ser testimonio único, o por lo menos excepcional, de una tradición cultural de una civilización que sigue o que ha desaparecido.

El Real Ingenio es testimonio tangible por excelencia de la importancia de una tradición cultural que nació en el 640 a.C. y aún perdura hoy: el uso de moneda como dinero. La moneda ha sido un motor del desarrollo de la civilización que hoy conocemos, y su perfeccionamiento técnico siempre ha sido reto de todos los gobiernos durante 2,648 años, por cuestiones de seguridad y de estado. Además de ser un producto industrial utilizado por todos, cada día, la moneda siempre ha sido la muestra por excelencia de tradición de todos los pueblos. Es más representativa incluso que las banderas y otros símbolos, porque lleva rostros de sus monarcas o dirigentes, emblemas y lemas nacionales, y distintivos de su independencia, conquista, ocupación o unión con otros pueblos, según cada caso.

IV. Ha de ser una muestra de algún tipo de edificio, complejo arquitectónico o tecnológico que represente una etapa significativa de la historia del hombre.

El Real Ingenio fue diseñado desde el principio como planta departamentalizada y mecanizada para la fabricación masiva en serie de un producto industrial acabado y listo para el uso por el consumidor. Construido en 1583, representa por excelencia un complejo arquitectónico y tecnológico que marca de manera contundente el inicio de la etapa de la industrialización del hombre, casi dos siglos antes de la llamada Revolución Industrial.

V. Ha de ser una muestra excepcional de habitación tradicional del hombre, de uso terrestre o marítima que sea representativa de cultura o culturas, o de la interacción del hombre con su entorno medioambiental, especialmente cuando éste sea vulnerable al impacto de cambios irreversibles.

El Real Ingenio es la muestra óptima de la interacción del hombre con su entorno medioambiental, ya que muestra de manera sencilla, pero a la vez contundente, con su azud y caz, la utilización de la fuerza hidráulica como energía motriz gratis, limpia y renovable, un concepto que habría que promover en nuestra sociedad actual, adicta a los hidrocarburos.

VI. Ha de ser relacionado directamente y de manera tangible con acontecimientos o tradiciones vivas, con ideas, creencias, con obras artísticas o literarias de excepcional significado universal (Para ser utilizado conjuntamente con otro de los criterios arriba citados).

El Real Ingenio está relacionado directamente y de manera fehaciente con el acontecimiento que representó el trasvase de tecnología desde la Ceca de Hall en Tirol hasta la de Segovia (de octubre 1584 hasta junio de 1585, pasando por Austria, Suiza, Italia, el mar Mediterráneo y España), considerado hoy por los expertos como el más complejo, de mayor significado tecnológico, diplomático y burocrático, que atravesó la distancia más larga, jamás recorrida por el hombre hasta entonces. Representa la idea y creencia del hombre de hace cuatro siglos, por mejorar su mundo a través de la tecnología, una tradición que sigue más viva que nunca, y por tanto con un excepcional significado universal.

Creemos que es muy excepcional y destacable que aún se conserve una planta departamentalizada del siglo XVI tan completa como es el Real Ingenio de la Moneda, construida dos siglos antes de la llamada Revolución Industrial, que es cuando la gente generalmente cree que nació este tipo de fábrica. Creemos por tanto, que el Real Ingenio debería figurar en todos los listados históricos de la ciencia, de la técnica y de lugares turísticos, como el primer Monumento Industrial de la Humanidad que puede ser visitado y disfrutado por las generaciones venideras. Una muestra visual y palpable por excelencia del comienzo de la edad de la industrialización del hombre. Y por supuesto, queda implícito que el futuro museo que se proyecta instalar en el edificio, que actualmente se está rehabilitado, debería englobar todos los conceptos que hemos tratado en este análisis, aspectos sumamente singulares e importantes para la historia de la humanidad.

EL REAL INGENIO Y LA SOCIEDAD

Lo más importante para un monumento histórico es que encaje en el lugar donde se encuentra y sea capaz de estimular la vida cultural de la sociedad. Desde su creación hace 15 años, la Asociación *AMIGOS DE LA CASA DE LA MONEDA DE SEGOVIA* ha liderado el esfuerzo para incorporar la Ceca en la vida de la ciudad. Con más de 340 socios en 12 países de 3 continentes, la Asociación ha proporcionado visitas guiadas del monumento a miles de personas; ha promovido concursos, charlas, exposiciones, publicaciones e incluso ha creado una base de coleccionistas que disfrutan acuñando sus propias monedas en la prensa de acuñar a martillo que la Asociación ha llevado a diferentes acontecimientos culturales. Además, ofrece un importante sitio web en internet con todo tipo de información desplegada para la comunidad internacional, siendo la herramienta que ha conducido a la creación y realización de muchos de sus proyectos que traspasan las fronteras locales y nacionales.

<http://www.SegoviaMint.org>

Foto: Glenn Murray.



Foto: Glenn Murray.

Grabador: Juan José Sánchez.



Foto: Glenn Murray.



Foto: Glenn Murray.

- ♦ Fotografías de algunas de las visitas a la Ceca que ha programado la Asociación.
- ♦ La Ruta Quetzal ha visitado la Ceca en muchas ocasiones como queda plasmada en la foto con D. Miguel de la Cuadra Salcedo observando a la Consejera de Cultura de la Junta de Castilla y León acuñar una moneda.
- ♦ Imagen de una de las monedas que acuña la Asociación, ésta sacada de un troquel grabado a buril a la antigua usanza.



Foto: Glenn Murray.

V. EL PROYECTO DE REHABILITACIÓN

Sin lugar a duda, el gran reto de la puesta en valor del Real Ingenio consiste en la recuperación de las antiguas industrias y de los oficios históricos practicados en él. Se trata de recuperar el primer monumento industrial de la humanidad, donde se trabajará con las tecnologías del siglo XVI, para elaborar una gama de productos que serán comercializados para financiar la propia actividad del museo-taller. Pero no se trata solamente de mostrar la historia sobre la fabricación de un producto -la moneda- sino que también se pretende que el conjunto sea la muestra por excelencia de lo que era en realidad, la primera planta industrial departamentalizada y mecanizada. Un escaparate universal para la historia de la tecnología e industria en general. Evidentemente, la gran atracción cara al público en general será la reconstrucción de las grandes ruedas hidráulicas y su puesta en movimiento en el canal, mostrando de una manera atractiva y fácil de entender para todos, la fuerza del agua como motor de las tempranas industrias. Y es precisamente esta capacidad de albergar la reconstrucción de todo el proceso, incluyendo el sistema hidráulico, muy por encima de otras antiguas fábricas, lo que destaca del Real Ingenio, como la más antigua y “completa” que se conserva.

La primera sugerencia que se hizo para rehabilitar el conjunto de edificios fue la de D. Rafael Durán, ingeniero de la Fábrica Nacional de Moneda y Timbre, quien propuso en 1955 que debía *“...reconstruirse en sus menores detalles, tal y como fue concebido; debía de estar destinado a ser museo, donde se mostrasen las técnicas de acuñación de las monedas hispánicas y exponente de lo que fue nuestra moneda en el Imperio Español”*^[28]. No obstante, en aquel momento, e incluso hasta 1968, la planta industrial estaba siendo utilizada como una fábrica de harinas, y estaba en manos de un particular.

En 1988, estando la fábrica en desuso y tristemente abandonada durante dos décadas, el historiador y numismático, Glenn Murray, propuso al Ayuntamiento un plan titulado *“Proyecto Segovia ‘92”* para recuperar la Casa de la Moneda pensando en la celebración del V Centenario del Descubrimiento, que tendría lugar el año 1992. Este impulso fue suficiente para que el Ayuntamiento se hiciera con el título de propiedad del monumento, haciendo posible futuras actuaciones en él. De nuevo, el mismo numismático, y ya presidente-fundador de la *Asociación Amigos de la Casa de la Moneda de Segovia*, propuso en 1997 que el proyecto de rehabilitación se hiciera con vistas a lanzar en enero del 2002 desde la famosa Ceca, el euro como moneda única europea. Este segundo impulso bastó para que poco después, en abril de 1998, se formalizara un Protocolo de Convenio de Colaboración entre los gobiernos local, regional y nacional, para comenzar el proyecto. En dicho año el Ministerio de Fomento sacó a concurso el Proyecto Básico para la rehabilitación del monumento, que fue adjudicado en 1999 a la empresa Gerencia y Proyectos S.L. de Madrid.

A continuación, la Junta de Portavoces del Ayuntamiento de Segovia acordó por unanimidad en noviembre de 2000 asumir la propuesta de Glenn Murray para los usos del conjunto, los cuales fueron debidamente incorporados en el proyecto: *“...que el proyecto devuelva al edificio su primitivo uso histórico, que fue la acuñación de moneda, forja, grabado y fabricación de papel mediante la instalación de cuatro talleres de producción en el edificio de máquinas llamado Edificio Herreriano. Los talleres concebidos al uso y técnica de la época, darán al edificio el auténtico uso que tuvieron de fabricación de moneda, y además servirán para la acuñación o la producción de moneda numismática para la venta, y de este modo, recuperar parte del gasto que ocasiona el mantenimiento de esos talleres. Por otra parte, podrán servir de centro de formación de artesanos dedicados a la numismática y también exposición permanente del proceso de fabricación y de los antiguos oficios a los visitantes”*.

En el año 2003, el Ayuntamiento de Segovia contrató a Glenn Murray para redactar el Proyecto Director Museográfico en colaboración con el Comité Científico de la Fundación Real Ingenio de la Moneda de Segovia. Dicho proyecto, basado en las directrices estipuladas por el mismo Ayuntamiento en noviembre de 2000, fue incorporado al Proyecto de Ejecución que la empresa Gerencia y Proyectos entregó formalmente en febrero de 2004. En Septiembre de 2005 se firmó el Convenio definitivo entre las tres administraciones, y el 14 de febrero de 2007, ya conocido como el *“Día de la Ceca”* en Segovia, se puso en marcha la obra de rehabilitación.

El proyecto de rehabilitación del conjunto monumental que se lleva a cabo en estos momentos garantiza que el futuro museo-taller sea el ideal escaparate mundial para la historia de la tecnología y de los orígenes de la moderna planta industrial, mecanizada y departamentalizada para la producción masiva de piezas en serie. El recinto cuenta con una superficie total construida de 5.180 m², y una superficie útil de 3.311 m², en la cual se pretende desarrollar el proyecto museológico.



Foto: Glenn Murray.

A Fotografía de la obra de rehabilitación del Real Ingenio que comenzó en febrero de 2007, tomada desde el patio bajo. A la derecha observamos el gran edificio de máquinas, también llamado “herreriano”, donde se situaban los departamentos de las labores extrínsecas de la producción de moneda. A la izquierda vemos el muro de contención que separan los patios bajo y alto, y el espectacular Alcázar al fondo. Tan importante como la trayectoria histórica de la planta industrial es su entorno paisajístico, que ayuda a garantizar lo que será una atracción turística de primer orden a nivel mundial. (Foto tomada desde el punto “A” señalado en la siguiente foto).



Foto: Glenn Murray.

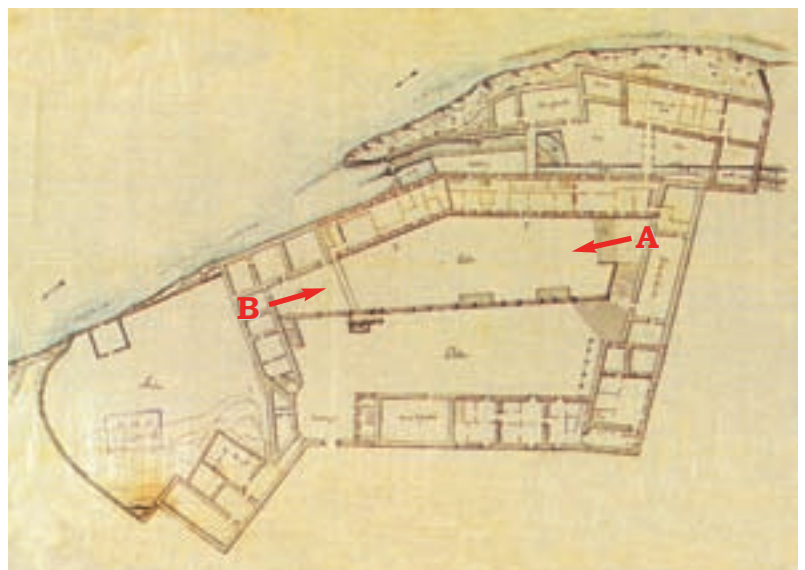
La misma vista antes del comienzo de la obra de rehabilitación y en la que se aprecia mejor el puentecito que conecta el patio alto con la planta alta del edificio herreriano, y las dos celdas del calabozo al final del patio bajo.

Foto: Glenn Murray.



B Vista desde lo alto del cuerpo de guardia del patio bajo y el edificio “herreriano” o de máquinas. En esta imagen observamos el muro de contención que separa los dos patios hacia la derecha, y el monasterio de El Parral (sig. XV) al fondo, con un trozo del tejado del ingenio chico justo debajo del citado monasterio. (Foto tomada desde el punto “B” señalado en la anterior foto).

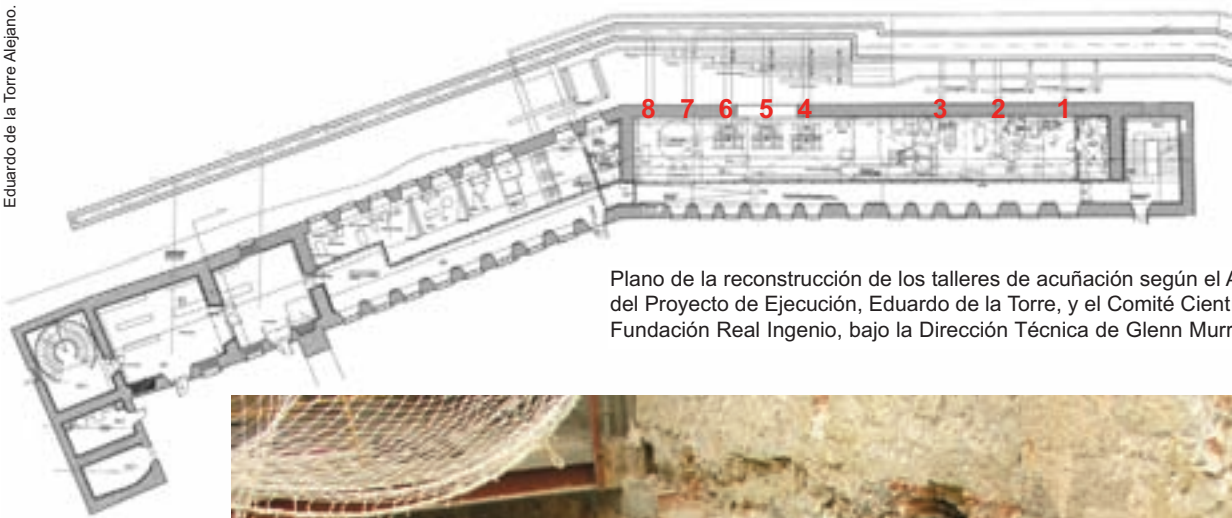
Ministerio de Cultura, Archivo Histórico Nacional, Fondos Contemporáneos, Ministerio de Hacienda, leg. 1434, caja 2, exp. 30, plano 1434/60.



Plano de 1861, de Francisco Vereá, único de los cuatro planos conocidos de la Ceca que comprende todo el recinto. Hemos señalado los puntos “A” y “B” que corresponden a los lugares donde fueron tomadas las fotos de estas dos páginas.



Eduardo de la Torre Alejano.



Plano de la reconstrucción de los talleres de acuñación según el Arquitecto del Proyecto de Ejecución, Eduardo de la Torre, y el Comité Científico de la Fundación Real Ingenio, bajo la Dirección Técnica de Glenn Murray.

Foto: Glenn Murray.



Dos vistas del interior de la primera mitad del edificio de máquinas, donde observamos los agujeros de ocho de las diez ruedas hidráulicas que tenía este edificio. Hemos numerado los agujeros: 1) fuelle, 2) mazo, y 3) torno de la herrería; mientras que los agujeros 4 al 8 corresponden a los ejes de las ruedas de los ingenios de laminar. En la foto de la izquierda observamos desde la planta baja la pasarela de la planta alta desde donde los visitantes podrán obtener una primera apreciación de las máquinas (según plano arriba) antes de recorrer la sala de la planta baja.



Foto: Glenn Murray.

Fotografía de la portada monumental neoclásica del Real Ingenio, reformada por Fernando VII en 1829. Era el único punto de entrada y salida de la planta industrial, un recinto de alta seguridad. Al lado observamos el departamento de la fundición, con su chimenea y muro cortafuegos que funcionó debidamente en 1606 protegiendo al resto del edificio del patio alto de un grave incendio.



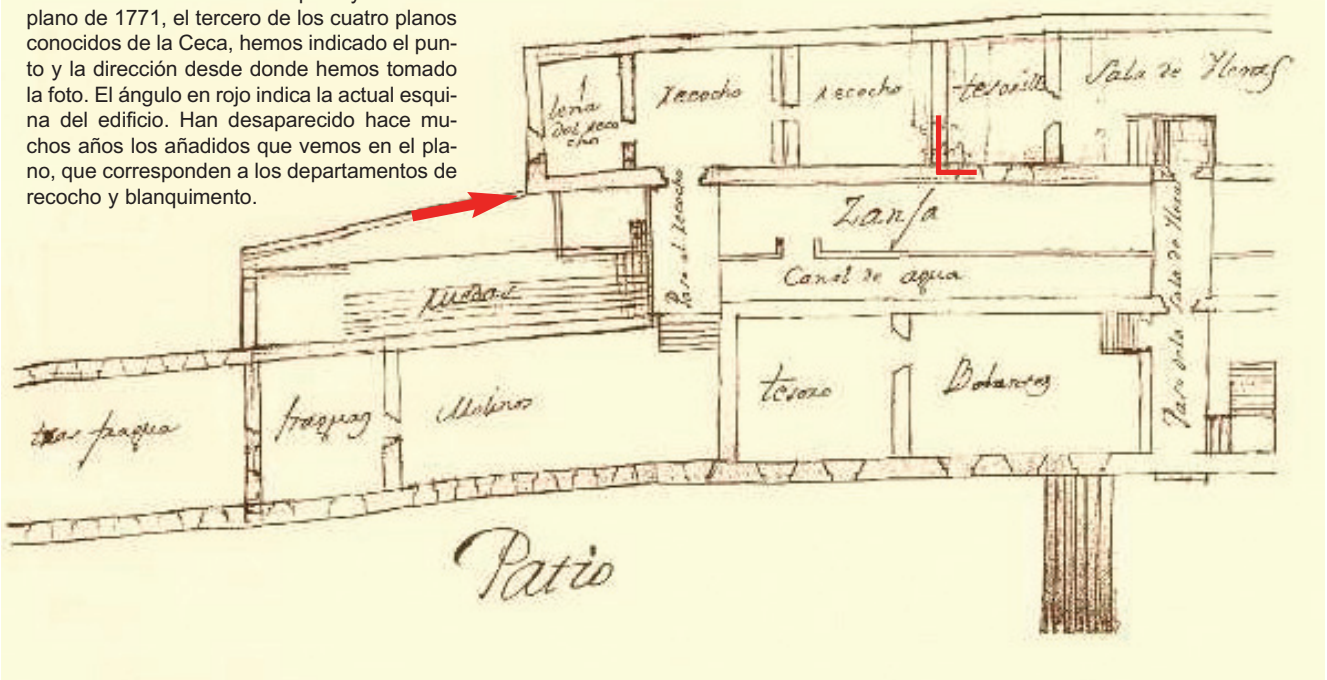
Ministerio de Cultura, Archivo General de Simancas, M. P. y D. 34-022.

El primero de los cuatro planos conocidos del Real Ingenio. Éste dibujado por el arquitecto real, Francisco de Mora, en 1607, para efectuar reparaciones tras el mencionado incendio en la fundición. La fisonomía general del edificio es la misma hoy que hace 400 años, e incluso vemos similitudes en la puerta monumental.

Foto: Glenn Murray.



Vista del ingenio chico, edificio en el patio de las ruedas donde se labraba plata y oro. En el plano de 1771, el tercero de los cuatro planos conocidos de la Ceca, hemos indicado el punto y la dirección desde donde hemos tomado la foto. El ángulo en rojo indica la actual esquina del edificio. Han desaparecido hace muchos años los añadidos que vemos en el plano, que corresponden a los departamentos de recocho y blanquimento.



Ministerio de Cultura, Archivo Histórico Nacional, Fondos Contemporáneos, Ministerio de Hacienda, leg. 7880, exp. 16.



Foto: Glenn Murray.

Vista del Real Ingenio desde la ribera del otro lado del río Eresma. A la izquierda de la portada monumental, vemos el edificio del patio alto que albergaba las labores intrínsecas de la producción -fundición y ensaye-, así como la sala de balanzas, libranza, archivo de la fábrica etc. A la derecha vemos el cuerpo de guardia y portería, y al lado del río el edificio del patio bajo, o "herreriano" que albergaba los departamentos extrínsecos de la producción con las ruedas hidráulicas. En el primer plano de la foto observamos la senda peatonal en la Alameda de la Moneda. Arriba observamos la torre de la iglesia de San Esteban (izda.) y la de la Catedral, así como la muralla que delimita el casco histórico declarado *Patrimonio de la Humanidad* en 1986, entre la vegetación.

VI. LOS RECONOCIMIENTOS

El Real Ingenio de la Moneda de Segovia ya fue reconocido en su día como la planta industrial más vanguardista de Europa. Pasaban pocos años en los que los reyes, desde Felipe II hasta Isabel II, no visitaran la Ceca con comitivas de los más ilustres visitantes de todos los países europeos para ver la fábrica y presenciar la acuñación de moneda^[29]. Los documentos históricos de las secciones Casa y Sitios Reales, y Consejo y Juntas de Hacienda, del Archivo General de Simancas, están llenos de elogios y recomendaciones de la época, generalmente encaminadas a la protección y conservación de la fábrica en tiempos de pocas labores. Incluso, a mediados del siglo XIX cuando la amenaza de su clausura se hizo permanente, y luego en los intentos de reapertura promovidos ante el Gobierno de la Nación, siempre se refería al Real Ingenio como la fábrica más señera, importante y productiva de todos los tiempos.

Últimamente, el complejo industrial también ha recibido ciertos reconocimientos, entre ellos, fue declarado *Bien de Interés Cultural* (B.I.C.) por la Junta de Castilla y León el 6 de junio del año 2000, por lo cual disfruta de las máximas condiciones de protección para los monumentos históricos. El 22 de octubre de 2004, la Asamblea General de TICCIH-España (Comité Internacional para la Conservación del Patrimonio Industrial) reconoció *“al Real Ingenio de Segovia como el elemento de arquitectura industrial más antiguo que se conserva en España”*. En el mismo reconocimiento se apuntaba las notables características y cualidades que avalan la decisión:

- *“Fue fundado por Felipe II en 1583 como su fábrica de moneda particular.*
- *Constituye un ejemplar único, no sólo por sus características arquitectónicas y tecnológicas, sino por su magnífico emplazamiento junto al río Eresma con su azud y aliviaderos, formando parte del complejo hidráulico de la Fábrica, en un enclave de gran relevancia cultural y paisajística para la ciudad de Segovia.*
- *Es una planta industrial compleja, distribuida en departamentos, con plantilla de expertos y técnicos altamente especializados y con criterios avanzados de diversificación.*
- *Ha sido diseñado y construido por D. Juan de Herrera, autor entre otros elementos, de la magna obra de El Escorial, en este caso construido con ayuda de técnicos austriacos.*
- *Desde 1586, se fabricaron millones de piezas idénticas en serie, a través de una cadena de producción completamente mecanizada, con especificaciones exactas reglamentadas estrictamente por el Gobierno de la nación. Tiene también 3 distintas marcas de garantía colocadas en cada pieza fabricada (marca de ceca, sigla del ensayador y el año de fabricación)”*.

Asimismo, en dicha declaración se apuntó que *“la Asamblea de TICCIH-España eleva la propuesta de reconocimiento para que TICCIH lleve esta consideración a las instancias internacionales que procedan, como una de las muestras de arquitectura industrial mecanizada más antiguas en el orbe”*.

La Cámara de Comercio e Industria de Segovia promueve y solicita los siguientes reconocimientos a favor del Real Ingenio:

“Fabrica industrial más antigua, avanzada y completa que se conserva de la humanidad”

y

“PATRIMONIO DE LA HUMANIDAD”

Basamos esto en lo que hemos descrito en este texto sobre la antigüedad de la fábrica y lo avanzado que era la tecnología de la producción masiva y mecánica de piezas idénticas en serie, provistas de siglas de garantía y acabadas para el uso directo por parte del consumidor, comparado con los productos de otras industrias de esta época. Hemos mostrado que con sus principales estructuras departamentalizadas intactas, tal y como fueron diseñados por Juan de Herrera, junto con la presa y los canales que aún se conservan, que esta planta industrial es la más completa de su género en pie. Basamos la solicitud de reconocimiento en los datos que conocemos hasta hoy, y en el hecho de que nadie ha reclamado semejante reconocimiento para otra fábrica industrial. Y por fin, hemos mostrado cómo el Real Ingenio de la Moneda cumple con todos y cada uno de los seis criterios que estipula la UNESCO para que un monumento sea declarado PATRIMONIO DE LA HUMANIDAD, siendo obligatorio cumplir sólo uno de ellos.



Museo Arqueológico Nacional [Glenn Murray].

NOTAS

1. Akos PAULINYI, "Revolution and technology", en *Revolution in History*, editado por Roy Porter y Mikulas Teich, Cambridge University Press, 1986, págs. 261-289, [pág. 270].
2. Visita de Glenn Murray al Museo de Patrimonio Histórico Industrial de Bologna, en abril de 2008. Se dedica una importante parte del museo a la industria de la seda, siglos XIII-XVII, mientras las demás actividades italianas representadas son todas posteriores al siglo XVIII.
3. Donald CARDWELL, *Historia de la tecnología*, Alianza Editorial, Madrid, 1996, págs. 222, 223 y 269.
4. Información de José María Izaga, Asociación Burdinola, Amigos de las Ferrerías de Guipúzcoa.
5. Cédula Real del 2 de julio de 1588, de San Lorenzo, recogida en el *Norte de la Contratación de las Indias Occidentales*, impreso en Sevilla en 1672. Transcrita por completo en: ROSA ROMERO MOLINA, "Dos experimentos acuñadores en Madrid: las pruebas de Miguel de la Cerda y Diego de Astor en las casas de Jacome Trezzo", en *NVMISMA*, núm. 233, julio-diciembre de 1993, pág. 200.
6. Friedrich ULHORN, "Die Erfindung des Walzwerkes und seine Förderung durch Graf Reinhard zu Solms-Lich", en *DEUTSCHE MÜNZBLÄTTER*, Núm. 388, abril de 1935, págs. 297-304; y Paul BAMBERG, "Weitere Nachrichten zum maschinellen Münzbetrieb des Grafen Reinhard zu Solms" en *DEUTSCHE MÜNZBLÄTTER*, Núm. 389, mayo de 1935, págs. 317-327, 372-376, y 395-398.
7. Volker BENAD-WAGENHOFF, "Die Machinisierung der Münzfertigung, Entwicklung und technikhistorische Stellung der Prägetechnik zwischen 1450 und 1856", *ICOMON Conference proceedings*, Stolberg, Alemania, 2006 [pendiente de publicación]. El autor explica los períodos de introducción y uso de las diferentes técnicas de acuñar moneda.
8. David SELLWOOD, "The trial of Nicolas Briot", en *THE BRITISH NUMISMATIC JOURNAL* - 1986, vol. 56, 1987, págs. 108-123.
9. Richard DOTY, "Variations in the Minting Story, the Case of Italy in Early Modern Times", *ICOMON Conference proceedings*, 1999. El autor explica la gran variedad de diferentes técnicas en uso a la vez en las cecas de Italia durante los siglos XVII y XVIII.
10. David SELLWOOD, loc. cit., pág. 113.
11. <<http://www.teercoatings.co.uk/index.php?page=mostind>>.
12. Websters Encyclopedic Unabridged Dictionary, Portland House, New York, 1989.
13. Para ser exacto, aunque se comienza la construcción del Real Ingenio en noviembre de 1583, y la maquinaria parte de Hall en Tirol rumbo a Segovia en octubre de 1584, llegando en junio de 1585, realizando la primera acuñación de unas pruebas en julio de 1585, la producción regular de monedas no comienza hasta marzo de 1586. Los autores que tratan de las cecas mecanizadas antes que la de Segovia, e incluso después son: Heinz MOSER; Heinz TURSKY, *Die Münzstätte Hall in Tirol, 1477-1665*. Innsbruck, Verlag Dr. Rudolf Erhard, Rum, 1977. / Andreas Udo FITZEL, *Peter Hartenbeck (um 1550-1616) - von einem wackeren Schwaben, aus Gmünd, Wundermaschinen, abenteuerlichen Reisen und abertausenden Silbertaleren*. Schwäbisch Gmünd, Stadtarchiv Schwäbisch Gmünd, Einhorn-Verlag + Druck GmbH, 2007. / Henner R. MEDING, *Die Herstellung von Münzen*, Frankfurt am Main, Gesellschaft Für Internationale Geldgeschichte, 2006. / Rolf WALTHER, "Die entwicklung der europäischen Münzprägtechnik von den Karolingern bis zur Gegenwart", *DEUTSCHES JAHRBUCH FÜR NUMISMATIK*, vol. 2, año 1939, págs. 139-158. / Thomas J. SARGENT, and François R. VELDE, *The Big Problem of Small Change*, Princeton, New Jersey, U.S.A., Princeton University Press, 2002.
14. LEU NUMISMATIK, "Sammlung Schwiez", parte I, Auktion Leu 82, 23 de octubre de 2001, pág. 50: "The Coinage of the City of Zürich under the Mintmasters Hans Gutenson and Hans-Jakob Stampfer"; y págs. 63-67, lotes 281-298.
15. Andreas Udo FITZEL, *Peter Hartenbeck (um 1550-1616) - von einem wackeren Schwaben, aus Gmünd, Wundermaschinen, abenteuerlichen Reisen und abertausenden Silbertaleren*. Schwäbisch Gmünd, Stadtarchiv Schwäbisch Gmünd, Einhorn-Verlag + Druck GmbH, 2007, págs. 24-27.
16. Denis COOPER, *The Art and Craft of Coinmaking, a history of minting technology*. Londres, Spink and Son, 1988, pág. 109.
17. Heinz MOSER y Werner NUDING, "La fuerza hidráulica y su aprovechamiento en la Casa de la Moneda de Hall", en *Casas de la Moneda, Segovia y Hall en Tirol*, Colección Piedras de Segovia, Ayuntamiento de Segovia, 2007, págs. 133-142. Los autores no citan el número de ruedas hidráulicas que tenía la Ceca, pero probablemente no fuera más de dos.
18. Según Vlastimil KALINEC, Director de la Casa de la Moneda de Kremnica, en un correo electrónico al autor del 2 de octubre de 2007.
19. Algunos eran suizos, además de plateros y grabadores, pero todos se encontraban en Augsburgo promoviendo estas nuevas máquinas. Andreas Udo FITZEL, op. cit., págs. 18-21.
20. Nicolás GARCÍA TAPIA, *Técnica y poder en Castilla durante los siglos XVI y XVII*. Salamanca, Europa Artes Gráficas, 1989, págs. 148-149 y 156.
21. Archivo General de Simancas, Guerra Antigua, leg. 165, fol. 45.
22. Caudal según mediciones tomadas por la Confederación Hidrográfica del Duero, en 1952: Registro de la Propiedad Número Uno, Segovia, finca 2146, 14ª inscripción.
23. Según calculos realizados por José María Izaga en: Glenn MURRAY, José María IZAGA, y Jorge SOLER, *El Real Ingenio de la Moneda de Segovia, maravilla tecnológica del siglo XVI*, Madrid, Fundación Juanelo Turriano, 2006, pág. 352.
24. Andreas Udo FITZEL, op. cit.; el autor documenta la historia entorno al primer grabador del Real Ingenio.
25. <http://en.wikipedia.org/wiki/Industrial_archaeology>.
26. <<http://whc.unesco.org/en/globalstrategy/>>.
27. World Heritage Committee, 18th Session, Phuket, Thailand, 12-17 de noviembre de 1994, sección II.
28. Rafael DURÁN GONZÁLEZ, "La acuñación en el molino de la ceca de Segovia". Madrid, *NVMISMA*, N° 14, 1955, págs. 119-158, [pág. 158].
29. Por ejemplo, vease: Glenn Murray, "A Royal Visitor: The Prince of Wales and the Segovia Mint". En *Fleur-de-Coin Review*, British Royal Mint, issue 17, abril, 2000, págs. 4-7.

SEGOVIA NUMISMÁTICA

ESTUDIO GENERAL DE LA CECA Y DE LAS MONEDAS DE ESTA CIUDAD

POR

CASTO M. DEL RIVERO

ARQUEÓLOGO-EPÍGRAFICO ARQUEÓLOGO

DOCTOR EN FILOSOFÍA Y LETRAS

EMBAJADOR DEL INSTITUTO DEL MUNDO ARQUEOLÓGICO NACIONAL



SEGOVIA 1928

ESTUDIO HISTÓRICO

ACERCA DE LA

FABRICACIÓN DE MONEDA EN SEGOVIA

Y

LOS CELTIBEROS HASTA NUESTROS DÍAS.

POR

Don Carlos de Lécua y García.

SEGOVIA
Impreso en la Imprenta de Don Carlos de Lécua y García
Calle Real, 27 y 28.
1928.

QUILATADOR
DE LA PLATA, ORO, Y PIEDRAS.

COMPRUEBA POR EL MODO
de Pesar, como se ve en el dibujo del quilatador.



Reconocido en Verdad por el Sr. D. Carlos de Lécua y García
Jefe de la Inspección de la Magisteral. Sr. M. D. LANA
CON TRIPLEZUGO.

BIBLIOGRAFIA comentada

La bibliografía está dividida en dos partes: las referencias que tratan monográficamente sobre la Casa de la Moneda de Segovia, y las referencias generales con información relacionada.

REFERENCIAS MONOGRÁFICAS

AA.VV. *Casas de la moneda, Segovia y Hall en Tirol*. Colección Piedras de Segovia, Segovia, Ayuntamiento de Segovia, 2007. [Conferencias de varios ponentes españoles y austriacos sobre diferentes aspectos de la Casa de la Moneda de Segovia y la de Hall en Tirol. De particular interés es el repaso del origen de la acuñación por laminación y el proyecto de rehabilitación de la Ceca de Segovia].

CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL DUERO. *Acondicionamiento del Azud de la Casa de la Moneda de Segovia*. Valladolid, Ministerio de Obras Públicas, Transportes y Medio Ambiente - Dirección General de Obras Hidráulicas, 1996. [Descripción técnica de la obra, con fotos de antes y después].

DURÁN GONZÁLEZ, Rafael. "La acuñación en el molino de la ceca de Segovia". Madrid, *NVMISMA*, Nº 14, 1955, págs. 119-158. [Trata de cuestiones técnicas en torno a la acuñación a molino, descripción y fotos de la Casa de Moneda y de 25 cuños de rodillo; incluyendo la primera advertencia moderna "...sobre el futuro incierto de la fábrica que fue la ceca más famosa del suelo patrio... expuesta a desaparecer sin dejar rastro de su antiguo destino", diciendo que "...debía de estar destinado a ser museo, donde se mostrasen las técnicas de acuñación..."].

FITZEL, Andreas Udo. *Peter Hartenbeck (um 1550-1616) - von einem wackeren Schwaben, aus Gmünd, Wundermaschinen, abenteuerlichen Reisen und abertausenden Silbertalern*. Schwäbisch Gmünd, Stadtarchiv Schwäbisch Gmünd, Einhorn-Verlag + Druck GmbH, 2007. [Detallado estudio sobre el grabador alemán que vino con los ingenios a Segovia, autor de los primeros cuños rodillos].

GÓMEZ NIETO, Leonor; y ARÉVALO SANTIUSTE, Ana. "El Ingenio de Segovia en el siglo XVII a través de la documentación del Archivo de Palacio". Segovia, *Estudios Segovianos*, t. XXXIII, 1992, núm. 89, págs. 311-504.

GÜNTHER PROBSZT, Graz. "*Tiroler Münzer in Spanien*". En *Mitteilungen der Österreichischen Numismatischen Gesellschaft*, vol. 31, Viena, 1967/68, págs. 35-38. [Breve descripción del envío de los ingenios de acuñación desde Hall hasta Segovia].

LECEA Y GARCÍA, Carlos de. Estudio histórico acerca de la fabricación de moneda en Segovia desde los celtíberos hasta nuestros días. Segovia, Imprenta de la Viuda e Hijos de Ondero, 1892. [Breve repaso de la historia de la acuñación en Segovia, particularmente útil respecto a las iniciativas segovianas del siglo XIX para mantener la supervivencia de la Ceca].

MURRAY, Glenn; y GÓMEZ Leonor. "Génesis del Real Ingenio de la Moneda de Segovia: (I) la Idea (1574-1582)". Madrid, *NVMISMA*, núm. 228, 1991, págs. 59-80. [Cronología de acontecimientos, principalmente en Alemania y Tirol, que condujeron a la implantación de la acuñación mecánica en España].

MURRAY, Glenn. "Las actuaciones del ensayador Sebastián González de Castro y la técnica de acuñación del vellón en la Casa Vieja y el Real Ingenio de Segovia (1660-1664)". Madrid, *NVMISMA*, núm. 229, 1991, págs. 105-126. [Prueba de que la Casa Vieja nunca fue mecanizada, y la correcta atribución de piezas según casa y ensayador].

MURRAY, Glenn. "Génesis del Real Ingenio de la Moneda de Segovia: (II) Búsqueda y concertación del emplazamiento (1582-1583)". Madrid, *NVMISMA*, núm. 232, 1993, págs. 177-122. [Se revelan Sevilla, Toledo, y Lisboa como posibles ubicaciones para los ingenios, culminando en la compra del molino de papel en Segovia, y el razonamiento de Felipe II tras esta decisión].

MURRAY, Glenn. "Juan de Herrera, arquitecto del Real Ingenio de la Moneda de Segovia". Segovia, *Estudios Segovianos*, núm. 91, 1994, págs. 543-558. [Prueba documental del verdadero arquitecto del Real Ingenio, y no Francisco de Mora, como se venía afirmando en muchos estudios].

MURRAY, Glenn. "Génesis del Real Ingenio de la Moneda de Segovia: (III) Construcción de los edificios (1583-1588)". Madrid, *NVMISMA*, núm. 234, 1994, págs. 111-153. [Cronología de la obra desde principio hasta final].

MURRAY, Glenn. "Génesis del Real Ingenio de la Moneda de Segovia: (IV) Transporte de la maquinaria y las primeras pruebas (1584-1586)". Madrid, *NVMISMA*, núm. 235, 1994, págs. 85-119. [Descubrimiento de las primeras pruebas de los ingenios en julio de 1585].

MURRAY, Glenn. "La fundación del Real Ingenio de la Moneda de Segovia, desde los primeros indicios hasta sus primeras monedas (1574-1586), visto a través de 43 documentos del Archivo General de Simancas". En *Premios Mariano Grau*, convocatorias 1989-1990, Segovia, Real Academia de Historia y Arte de San Quirce, 1997, págs. 355-542. [Transcripciones completas de los documentos más importantes en la fundación del Real Ingenio: cartas de Juan de Herrera, escritura compra-venta, viaje desde Innsbruck con los ingenios, primeras labores, etc.].

MURRAY, Glenn. <<http://www.SegoviaMint.org>> Página web de la Asociación Amigos de la Casa de la Moneda de Segovia. 1997, Segovia. Dirección, redacción de textos y fotografía. [Todo tipo de información sobre la Ceca de Segovia, con enlaces al mundo numismático].

MURRAY, Glenn. "Felipe II: la falta de la sigla del ensayador en sus monedas del Real Ingenio de Segovia". En *Gaceta Numismática*, Barcelona, Asociación Numismática Española, núm. 129, junio, 1998, págs. 53-62. [Todos los datos conocidos en torno al supuesto fraude en la ley de la moneda perpetrado por Felipe II en el Real Ingenio].

MURRAY, Glenn. "The Segovia Mint Project: Retrieving the activity in a sixteenth-century Mint". En *Congreso Internacional de Museología del Dinero*, sesión VI, Generando recursos económicos, Madrid, Museo Casa de la Moneda, 20 de octubre de 1999. [Describe el proyecto en marcha para la instalación de talleres de acuñación en el futuro Museo del Real Ingenio].

MURRAY, Glenn. "A Royal Visitor: The Prince of Wales and the Segovia Mint". En *Fleur-de-Coin Review*, British Royal Mint, issue 17, abril, 2000, págs. 4-7. [Describe la acuñación de cincuentines y centenes durante la visita del Príncipe de Gales al Real Ingenio en 1623].

MURRAY, Glenn. "El rechazo de la moneda perfecta del Real Ingenio de Segovia: el fraude de Felipe II y los cercenadores genoveses". Madrid: *NVMISMA*, núm. 245, enero-diciembre de 2001, págs. 175-181. [Descubrimiento de por qué en las monedas de Felipe II del Real Ingenio falta la sigla del ensayador].

MURRAY, Glenn. *El Real Ingenio de Segovia, industria y moneda*. Tesis doctoral, leída en la Universidad de Valladolid, el 2 de febrero de 2004, departamento de Historia Moderna, Contemporánea y de América, Periodismo y Comunicación Audiovisual y Publicidad, dentro del Programa de "Espacio y Sociedad, Edades Moderna y Contemporánea". La tesis fue dirigida por el catedrático Dr. Ángel García Sanz, y recibió la calificación de *Sobresaliente "Cum Laude"* por el tribunal compuesto por las siguientes autoridades: Dr. Gonzalo Anes y Álvarez de Castrillón (presidente), Dr. Guillermo Céspedes del Castillo (1º vocal), Dra. María José Martín Peñato (2º Vocal), Dr. Manuel Abad Varela (3º vocal), y Dr. Juan Helguera Quijada (secretario). [En parte, la base del presente libro. Hay copias depositadas en la Universidad, Archivo Municipal de Segovia, etc.].

MURRAY, Glenn. "Acuñación de moneda en Segovia: del martillo a la prensa automática". En *Ciencias y Técnicas en la historia de Segovia*, XXIV Curso de Historia de Segovia, Segovia, marzo-junio de 2003, Real Academia de Historia y Arte de San Quirce, Segovia, Gráficas Ceyde, 2004, págs. 41-51. [Análisis de 17 momentos puntuales en la historia tecnológica de la Ceca de Segovia].

MURRAY, Glenn. "La estafa de Felipe II". *La Aventura de la Historia*, Madrid, Arlanza Ediciones, S.A., núm. 72, octubre de 2004, págs. 108-110. [Artículo sobre el fraude detrás de la falta de la sigla del ensayador en las monedas de Felipe II del Real Ingenio de Segovia].

MURRAY, Glenn. "The Royal Segovia Mill Mint (Spain). The world's oldest industrial manufacturing plant?". Opinión en *Bulletín: TICCIH* (The International Committee for the Conservation of the Industrial Heritage, núm. 27, winter 2004, pág. 1. [Artículo de opinión sobre la Ceca de Segovia como el monumento industrial más antiguo y completo en pie.].

MURRAY, Glenn. "Historic Mints: The Complex Industry of Coin Manufacturing. The Royal Mill Mint of Segovia, Spain.". *Patrimoine de l'industrie, ressources, pratiques, cultures, TICCIH-International*, núm. 12, año 6, 2004, págs. 73-76. [Artículo sobre la industria de la acuñación en el siglo XVI, y el Real Ingenio de Segovia como planta industria más antigua de la Humanidad].

MURRAY FANTOM, Glenn Stephen. *La historia del Real Ingenio de la Moneda de Segovia, y el proyecto para su rehabilitación*. Madrid: Fundación Real Ingenio de la Moneda de Segovia, Gráficas 82, 2006. [Breve historia de la Ceca y explicación del museo-taller que se propone crear en el edificio rehabilitado].

MURRAY FANTOM, Glenn Stephen; IZAGA REINER, José María; y SOLER VALENCIA, Jorge Miguel. *El Real Ingenio de la Moneda de Segovia, maravilla tecnológica del siglo XVI*. Madrid: Fundación Juanelo Turriano, 2006. [Análisis en detalle de la historia tecnológica del Real Ingenio, con descripciones de cada proceso. Estudio ganador del "Premio Internacional García-Diego, 2004"].

MURRAY, Glenn. "Designing Product Security: the case of Coinage", ICOHTEC symposium 2007, *Fashioning Technology*, Copenhagen, Denmark, 14-19 August, 2007. [Ponencia sobre la moneda como el producto industrial más avanzado del siglo XVI y propuesta de reconocimiento a favor del Real Ingenio de Segovia como la planta industrial más antigua y completa que se conserva de la Humanidad].

RECUERO, Antonio. "Caudales de caudales: Restauración del azud de la Casa de la Moneda de Segovia." Madrid, MOPTMA, *Revista del Ministerio de Obras Públicas, Transportes y Medio Ambiente*, núm. 440, marzo, 1996, págs. 28-32. [Describe la trascendencia hidrográfica-industrial del Real Ingenio y la recuperación de la presa].

RIVERO, Casto María del. *El Ingenio de la Moneda de Segovia y catálogo de las acuñaciones de 1586 - 1729*. Madrid, Revista de Archivos, Bibliotecas y Museos, 1919. [Estudio clásico y de primera consulta sobre la historia del Real Ingenio, hasta el año 1730].

RIVERO, Casto María del. *Segovia numismática, estudio general de la ceca y de las monedas de esta ciudad*. Segovia, Imprenta de Carlos Martín, 1928. [Estudio clásico y de primera consulta sobre todas las acuñaciones en Segovia, desde el as ibero-romano hasta 1868].

SOTO CABA, Victoria. "La primera fábrica de monedas: el Real Ingenio de Segovia". Madrid, U.N.E.D., *ESPACIO, TIEMPO Y FORMA*, serie VII, tomo 4, 1991, págs. 95-120. [Artículo que tiene su origen en la obra de investigación que hizo la autora sobre la cronología del edificio para el arquitecto del Proyecto Básico de Rehabilitación en 1990].

REFERENCIAS GENERALES

AA.VV. *Felipe II, los ingenios y las máquinas, ingeniería y obras públicas en la época de Felipe II*. Madrid: Sociedad Estatal para la Conmemoración de los centenarios de Felipe II y Carlos V. Catálogo de la exposición, Real Jardín Botánico, Madrid, C.S.I.C., Pabellón Villanueva, 10 septiembre - 10 noviembre de 1998, Tabapress, S.A., 1998. [Trata del Real Ingenio en págs. 306-309].

AA.VV. *Juan de Herrera, arquitecto real*. Catálogo de la exposición, Madrid, Lunberg editores, 1997. "Juan de Herrera y la ingeniería" - "El Ingenio de la Moneda de Segovia", por Nicolás García Tapia, págs. 227-234. [Refleja la muestra sobre el Real Ingenio en dicha Exposición: planos de 1607, 1770 y 1861, cuños, monedas y maqueta del ingenio de M.C.M.].

AA.VV. *Carlos III y la Casa de la Moneda*. Madrid, Museo Casa de la Moneda, 1988. [Catálogo de la Exposición, con fotografías, planos y buena orientación respecto a la legislación monetaria de la época].

AA.VV. *Cien años de historia, Fábrica Nacional de Moneda y Timbre*. Madrid, Museo Casa de la Moneda, 1994. [Contiene buena orientación sobre la fundación de la ceca moderna de Madrid en 1614 y la construcción del nuevo edificio inaugurado en 1861 que provocó el cierre de la de Segovia].

AA.VV. *Del Rey: Libros de un grabador*. Museo Casa de la Moneda, 1991. [Exposición de libros que poseía Tomás Francisco Prieto, con descripción de su trayectoria profesional y la de Pedro González de Sepúlveda, grabador de la Casa de Segovia, fundación de la escuela de grabado, etc.].

AA.VV. *Monedas Hispánicas, 1475-1598*. Madrid, Banco de España, 1987. [Catálogo de la exposición; buena orientación monetaria del período que se trata].

ARFE, Juan de. *Quilatador de la plata, oro y piedras*. Valladolid, 1572. [Histórica referencia técnica sobre fundición, afinación, liga y ensaye de metales, por el que fue ensayador de la Casa Vieja de Segovia; una de las primeras guías técnicas que incluía ilustraciones. Reimpreso en 1598 y 1678].

BAMBERG, Paul. "Weitere Nachrichten zum maschinellen Münzbetrieb des Grafen Reinhard zu Solms" en *DEUTSCHE MÜNZBLÄTTER*, Núm. 389, mayo de 1935, págs. 317-327, 372-376, y 395-398. [Descripción de los dibujos y textos de la propuesta de 1551 de máquinas para acuñar moneda].

BENAD-WAGENHOFF, Volker. "Die Machinisierung der Münzfertigung, Entwicklung und technikhistorische Stellung der Prägetechnik zwischen 1450 und 1856", *ICOMON Conference proceedings*, Stolberg, Alemania, 2006 [pendiente de publicación]. [Análisis del desarrollo de las máquinas para acuñar moneda].

BURZIO, Humberto F. Diccionario de la moneda hispanoamericana. Santiago de Chile, 1958, 2 tomos. [Contiene información sobre la moneda peninsular como trasfondo para la hispanoamericana, muy útil respecto a conceptos como ley, peso, talla y otras cuestiones técnicas de la moneda].

CALICÓ, Ferrán; CALICÓ, Xavier; y TRIGO, Joaquín. *Numismática española, las monedas españolas desde Fernando e Isabel a Juan Carlos I (1474-1998)*. 9ª edición. Barcelona, Gráficas Reclam, 1998. [Catálogo de primera referencia sobre todas las monedas españolas, con estimaciones de precios].

CAYÓN, Juan, Aldofo y Clemente. *Las monedas españolas, del tremis al euro, del 411 a nuestros días*. Madrid, Fareso, S.A., 1998. [Catálogo de primera referencia sobre todas las monedas españolas, con estimaciones de precios].

CERVERA VERA, Luis. *El "Ingenio" creado por Juan de Herrera para cortar hierro*. Madrid, Editorial Castalia, 1972. [Primera referencia sobre dicho ingenio; el autor no establece la conexión entre este ingenio que "inventó" Herrera en 1588 y su experiencia con los alemanes en el montaje de los ingenios de acuñación en Segovia en 1585].

CÉSPEDES DEL CASTILLO, Guillermo. *Las casas de moneda en los reinos de Indias, vol. I, Las cecas indianas en 1536 - 1825*. Madrid, Fábrica Nacional de Moneda y Timbre, 1996. [A pesar de su orientación hacia las cecas indianas, contiene buenas descripciones del sistema monetario y perfil institucional en general, las técnicas de acuñación, los oficios, y una buena orientación bibliográfica y archivística].

CÉSPEDES DEL CASTILLO, Guillermo. *Las casas de moneda en los reinos de Indias, vol. II, Cecas de fundación temprana*. Madrid, Fábrica Nacional de Moneda y Timbre, 1997. [Historia de las Cecas de México, Santo Domingo, Lima y Potosí].

COLMENARES, DIEGO DE. *Historia de la insigne ciudad de Segovia y compendio de las historias de Castilla...* Segovia, Diego Diez, 1637. [Colmenares, nativo y vecino de Segovia (1586-1651) cita la fundación del Real Ingenio, su funcionamiento, y visitas de Felipe II, desde su punto de vista de cronista de la época. Asegura que no se construyó en Madrid debido al escaso caudal del Manzanares, y que se acuñó toda suerte de moneda de plata y oro en presencia de Felipe II, datos que no hemos podido corroborar en la documentación de la época].

COOPER, Denis R. *Coins and Minting*. Shire Publications, album núm. 106, Inglaterra, 1983. [Breve guía sobre las técnicas de acuñación].

COOPER, Denis R. *The Art and Craft of Coinmaking, a history of minting technology*. Londres, Spink and Son, 1988. [Su obra definitiva: técnicas, herramientas y procedimientos de la acuñación de moneda, desde la Edad Media hasta el presente].

DASÍ, Tomás. *Estudio de los reales de a ocho, también llamados pesos, dólares, piastras o duros españoles*. Valencia, 1950, 5 tomos. [Muy útil por sus fichas y transcripciones de la legislación monetaria].

DIDEROT, Denis; y d'Alembert. *Encyclopedie ou dictionnaire raisonné des sciences, des arts et des metiers, para una sociedad de gens de lettres.* París, 1751-1772. [En vol. VIII, "monnoyage", 17 grabados de los procesos industriales en la acuñación, con herramientas, máquinas y amplias descripciones].

de BOIS CHATELERAUT, Michel. *Grabados que representan las diferentes máquinas que se emplean para la fabricación de monedas a volante, construidas en Venecia para el servicio de la serenísima República.* Parma, Italia, 1757. [Edición facsímil, Madrid, F.N.M.T., 1984. Con plano de la Casa de Moneda de Venecia y 10 grabados con descripciones].

DURÁN GONZÁLEZ, Rafael. "Historia de la Casa de la Moneda y Timbre", Madrid, *NVMISMA*, núms. 132-137, 1975, págs. 97 - 193. [Contiene descripciones de máquinas y referencias a la Casa de Segovia].

FONTECHA Y SÁNCHEZ, Ramón de. *La moneda de vellón y cobre de la monarquía española, años 1516 a 1931.* Madrid, 1968. [Referencia clásica en la que vienen detalladas estas piezas acuñadas en ambas casas segovianas].

GARCÍA TAPIA, Nicolás. *Técnica y poder en Castilla durante los siglos XVI y XVII.* Salamanca, Europa Artes Gráficas, 1989. [En el capítulo VII: Técnica alemana y arquitectura española: las casas de la moneda en Castilla (págs. 139-164), se destaca la trascendencia del trasvase de la tecnología alemana hasta Segovia, y la intervención de Juan de Herrera en la construcción de los edificios].

GARCÍA TAPIA, Nicolás. "Juan de Herrera: arquitecto o ingeniero". En *La ciudad de Dios, Real Monasterio de El Escorial*, vol. CCX, núm. 3, septiembre-diciembre, 1997. [Trata de los conocimientos de Herrera sobre ingeniería, y atribuye el ingenio que hizo en Cantabria a lo que "podía haber observado en el Ingenio de la Moneda de Segovia"].

GARCÍA TAPIA, Nicolás. "Juan de Herrera y la ingeniería", en el catálogo de la Exposición *Juan de Herrera, arquitecto real.* Madrid, Lunewerg Editores, 1997, "El Ingenio de la Moneda de Segovia", págs. 227-232. [Refleja la muestra sobre el Real Ingenio en dicha Exposición: planos de 1607, 1770 y 1861, cuños, monedas y maqueta del ingenio de M.C.M.].

GÓMEZ DE SOMORROSTRO Y MARTÍN, Andrés [Doctor, Arcipreste de la Catedral de Segovia]. *Manual del viajero en Segovia, o sea reseña histórico-descriptiva de los principales establecimientos de esa ciudad.* Segovia, Imprenta de don Pedro Ondero, 1861, págs. 91-96. [Interesante descripción del edificio y de los departamentos en 1861].

GONZÁLEZ TASCÓN, Ignacio. *Fábricas hidráulicas españolas.* Madrid, Turner Libros, 1987. [En capítulo 3 sobre "Ferrerías, fanderías y Casas de Moneda", un análisis sobre la trascendencia del Real Ingenio en el marco tecnológico (págs. 109-121), concluyendo: "Hoy día esta importante fábrica del siglo XVI, la única en pie de la época de Felipe II, corre un grave peligro de desaparición total, y sería razonable aunar esfuerzos... para devolverle el antiguo esplendor, reutilizándola como un museo de la tecnología hidráulica"].

GONZÁLEZ TASCÓN, Ignacio (comisario). *Felipe II: los ingenios y las máquinas - ingeniería y obras públicas en la época de Felipe II*, catálogo de la exposición, Sociedad Estatal para la Conmemoración de los Centenarios de Felipe II y Carlos V, 1998. "La acuñación mecánica de moneda en el Ingenio de Segovia", págs. 306-309. [Refleja la muestra sobre el Real Ingenio en dicha Exposición: plano de 1687, cuños, monedas y dos maquetas del M.C.M.].

KEVENHULLER, Juan. *Diario de Hans Kevenhüller, embajador imperial en la corte de Felipe II;* 2002, Sociedad Estatal para la Conmemoración de los Centenarios de Felipe II y Carlos V. También en alemán: *Hans Kevenhüller, kaiserlicher Botschafter bei Philipp II: Geheimes Tagebuch 1548-1605,* Graz, 1971. [Con citas de visitas de Felipe II al Real Ingenio en págs. 289, 317, 328 y 242, e interesante introducción por Sara Veronelli sobre los orígenes de Kevenhuller y su servicio a Felipe II].

LAZO GARCÍA, Carlos. *Economía colonial y régimen monetario,* Perú: siglos XVI-XIX, 3 tomos, Lima, Banco Central de Reserva del Perú, 1992. [Descripciones documentadas del proceso de la acuñación de moneda, inventario de talleres, conceptos y relaciones técnicas y legislativas de la moneda].

LECEA Y GARCÍA, Carlos de. *Recuerdos de la antigua industria segoviana.* Segovia, Sociedad Económica de Amigos del País, 1897. [Breve referencia reivindicativa de la extinción de esta industria en Segovia].

LEU NUMISMATIK. "Sammlung Schwiez", parte I, Auktion Leu 82, 23 de octubre de 2001, pág. 50: "The Coinage of the City of Zürich under the Mintmasters Hans Gutenson and Hans-Jakob Stampfer"; y págs. 63-67, lotes 281-298. [Subasta de monedas acuñadas a rodillo en Zürich en 1558 y 1559, con fotos de las monedas y breve descripción de la ceca mecánica].

MEDING, Henner R. *Die Herstellung von Münzen,* Frankfurt am Main, Gesellschaft Für Internationale Geldgeschichte, 2006. [El autor cita las ciudades con cecas mecanizadas en el siglo XVI].

MOSER, Heinz; TURSKY, Heinz. *Die Münzstätte Hall in Tirol, 1477-1665.* Innsbruck, Verlag Dr. Rudolf Erhard, Rum, 1977. [Historia de la Casa de Moneda de Hall, y la conexión de ésta con la creación del Real Ingenio de Segovia].

MOSER, Heinz; RIZZOLLI; y TURSKY, Heinz. *Tiroler Münzbuch, Die Geschichte des Geldes aus den Prägestätten des alptirolischen Raumes.* Innsbruck, Haymon Verlag, 1984. [Historia de la moneda tirolesa, con referencia al traslado de tecnología hasta Segovia].

MOSER, Heinz; y TURSKY, Heinz. *Corpus Nummorum Tirolensium, die Muenzen Kaiser Rudolfs II aus de Muenzenstätte Hall in Tirol, 1602-1612.* Innsbruck: Haymon Verlag, 1986. [Historia de la Ceca de Hall en Tirol entre los citados años, y asuntos relacionados].

MOSER, Heinz. "Die Münzstätte Hall in Tirol und ihre Bedeutung für Europa". Innsbruck, *HALLER MÜNZBLÄTTER*, Band V, juni 1991, Nr. 10/11, págs. 217-256. [Historia de la Casa de Moneda de Hall, y la conexión de ésta con la creación del Real Ingenio de Segovia].

MURRAY, Glenn. "Potosí and its Historic Mint, a Photographic tour and Chronology of". *The Numismatist*, American Numismatic Association, Colorado Springs, USA, vol. 99, núm. 12, diciembre 1986, págs. 2472-2488. [Recorrido fotográfico de la Ceca de Potosí].

- MURRAY, Glenn.** "Exploring the historic Lima Mint". *The Numismatist*, American Numismatic Association, Colorado Springs, USA, vol. 101, núm. 7, julio 1988, págs. 1200-1212. [Recorrido fotográfico de la Ceca de Lima].
- MURRAY, Glenn.** "Mechanization of the Peruvian Mints: Problems of Implementation". En *The Coinage of El Perú - Coinage of the Americas Conference at the American Numismatic Society*, Proceedings, 5. New York, American Numismatic Society, 1989, págs. 142-158. [Cronología de la mecanización de las cecas de Lima y Potosí].
- MURRAY, Glenn.** "Madrid's forgotten mint brings modern techniques to Spain: Colón Mint modernizes Spain's coins". *World Coin News*, Krause Publications, Iola WI. USA, vol. 16, núm. 17, 25-abril-1989, pág. 14. [Breve repaso de la historia de la ceca madrileña en la plaza de Colón].
- MURRAY, Glenn.** "The Seville Mint, then and now". *World Coin News*, Krause Publications, Iola WI. USA, vol. 17, núm. 17, 16-abril-1990, pág. 11. [Recorrido fotográfico de la Ceca de Sevilla].
- MURRAY, Glenn.** "La Real Casa de Moneda de Molinos de Córdoba; aportación de documentos al descubrimiento de esta ceca moderna por Antonio Orol, a su memoria". Madrid, *NVMISMA*, núm. 230, 1992, págs. 309 - 338. [Transcripciones de documentos claves sobre esta Ceca desde su fundación en 1661, hasta su desmantelamiento en 1665].
- MURRAY, Glenn.** "Guía de los marcos acuñados y ensayadores de la Casa de la Moneda de Madrid (1615-1868)". Madrid, *NVMISMA*, núm. 233, 1993, págs. 295-387. [Cantidades acuñadas por año, con información sobre ensayadores que también sirvieron en Segovia].
- MURRAY, Glenn.** "Guía de las cantidades acuñadas en las cecas castellanas: (I) Felipe II - plata y oro". Madrid, *NVMISMA*, núm. 236, 1995, págs. 203-239. [Cuantifica y explica el reparto de metales entre dichas cecas a partir de la avalancha de plata procedente de Potosí, situando las dos Casas de Segovia dentro de este contexto].
- MURRAY, Glenn.** "Consejo y Juntas de Hacienda como fuente documental sobre numismática y política monetaria (1512 - 1700)", Madrid, *NVMISMA*, núm. 238, 1996, págs. 289-308. [Descripción general de la materia que contiene dicha sección de 1705 legajos del Archivo General de Simancas para la investigación numismática].
- MURRAY, Glenn.** "Las acuñaciones de plata y oro en las cecas castellanas durante el reinado de Felipe II", en *Crónica Numismática*, núm. 93, Madrid, mayo de 1998, págs. 44-46. [Cantidades acuñadas en cada ceca durante el reinado de Felipe II, expresado en kilogramos].
- MURRAY, Glenn.** "El vellón de molino y la mecanización a la segoviana de las cecas castellanas, 1660-1664", en *Crónica Numismática*, núm. 96, Madrid, septiembre de 1998, págs. 42-45. [Historia de la construcción de molinos e ingenios en todas las cecas, en imitación al ingenio de Segovia].
- MURRAY, Glenn.** "La documentación como fuente para la investigación numismática", *Actas: X Congreso Nacional de Numismática*, Albacete, 28-31 de octubre de 1998. Madrid, Museo Casa de la Moneda, 2002, págs. 655-657. [Breve descripción de fuentes siendo catalogadas por la Fundación Casa de la Moneda en el A.G.S. y el A.H.N.].
- MURRAY, Glenn.** "Felipe II: cronología de su política monetaria (1556-1598)", *Crónica Numismática*, núm. 98, Madrid, noviembre de 1998, págs. 42-45. [Breve resumen de los pasos en la creación de la nueva fábrica de Madrid que provocó la clausura de la de Segovia].
- MURRAY, Glenn.** "La desaparecida Casa de la Moneda de la madrileña plaza de Colón, 1861-1970", *Crónica Numismática*, núm. 103, Madrid, abril de 1999, págs. 54-57. [Breve resumen de los pasos en la creación de la nueva fábrica de Madrid que provocó la clausura de la de Segovia].
- MURRAY, Glenn.** "Qué debemos hacer con nuestro Patrimonio Histórico Industrial?", ARETÉ, Asociación Española de Gestores de Patrimonio Cultural, Madrid, núm. 7, Madrid, mayo de 1999, pág. 17. [Sobre la reutilización del Patrimonio Histórico Industrial, y en especial el caso del Real Ingenio].
- MURRAY, Glenn.** "Guía de las cantidades acuñadas y ensayadores de la Ceca de Madrid 1730-1868", *Crónica Numismática*: "I. Felipe V, 1731-1746", núm. 111, enero de 2000, págs. 56-59; "II. Fernando VI, 1746-1759", núm. 113, marzo de 2000, págs. 48-51; "III, Carlos III, 1759-1788", núm. 117, julio-agosto de 2000, págs. 53-56; "IV, Carlos IV, 1788-1808", núm. 121, diciembre de 2000, págs. 46-49; [Cantidades de moneda acuñada en Madrid, expresado en kilogramos y monedas, y guía de ensayadores].
- MURRAY, Glenn.** "Problemas técnicos en la acuñación durante la edad moderna", *Actas: XI Congreso Nacional de Numismática, Fabricación de la moneda y sus problemas*. Zaragoza, 16-19 de octubre de 2002. Madrid, edita: Real Casa de la Moneda - Fábrica Nacional de Moneda y Timbre, 2003, págs. 289-300. [Descripción de problemas técnicos en la acuñación, con fotos de monedas].
- MURRAY, Glenn.** <<http://www.EuroMint.net>> Página web del Proyecto EuroMint, 2002, Segovia. Dirección, redacción de textos y fotografía. [Todo tipo de información sobre la Ceca de Segovia, las cecas españolas y europeas en general, y el proceso industrial de acuñar moneda].
- MURRAY, Glenn.** *Guía de las Cecas españolas, 18 casas de moneda + socios EuroMint*. Proyecto EuroMint, 2003, Segovia. Concepto, textos y fotografía. [Guía fotográfica de las 18 casas de moneda, de la época moderna en España].
- MURRAY, Glenn.** "La moneda durante el reinado de Isabel la Católica (1474-1504)". En catálogo de la exposición: *Isabel I, reina de Castilla*, Segovia, Caja Segovia, 30 septiembre al 30 noviembre de 2004, págs. 243-264. [Breve historia de la política monetaria de los Reyes Católicos que incluye fotos de monedas].

MUSEO CASA DE LA MONEDA. *El archivo de la Casa de la Moneda de Madrid (Archivo Histórico Nacional)*. Coordinador: Julio Torres, Madrid, Museo Casa de la Moneda, 1995. [Inventario de los 5.122 expedientes de 583 legajos, y 1.635 libros procedentes de las cecas peninsulares, sigs. XVIII - XX; fondo documental principal para la Casa de Segovia 1772 - 1870].

PAULINYI, Akos. "Revolution and technology", en *Revolution in History*, editado por Roy Porter y Mikulas Teich, Cambridge University Press, 1986, págs. 261-289. [Breve análisis de la historia de la tecnología].

PELLICER I BRU, Josep. *Glosario de maestros de ceca y ensayadores, siglos XIII-XX. Madrid*, Museo Casa de la Moneda, 1997. [Actualización de su clásica referencia sobre ensayadores publicado en 1975; completa información sobre los de Segovia].

PÉREZ GARCÍA, María Pilar. *La real fábrica de moneda de Valladolid a través de sus registros contables*. Valladolid, Universidad de Valladolid, 1990. [Contiene información y procedimientos aplicables al conjunto de las cecas].

PÉREZ SINDREU, Francisco de Paula. *La Casa de la Moneda de Sevilla, su historia*. Sevilla, Universidad de Sevilla, 1992. [Comienza con la obra de la nueva Casa que se mandó erigir en 1583 tras la decisión de instalar los ingenios en Segovia, con información sobre los mercaderes de plata, y maquinaria construida allí para las cecas americanas].

PITO FERNÁNDEZ, Ricardo Luis. *Numismática Galega, A moeda en Galicia e Galicia na moeda*, Santiago de Compostela, 1999, pág. 143. [Historia de la Casa de Moneda de Jubia, con referencias a la de Segovia].

ROMERO MOLINA, Rosa. "Dos experimentos Acuñadores en Madrid: las pruebas de Miguel de la Cerda y Diego de Astor en las casas de Jacome Trezzo", *NVMISMA*, núm. 233, julio-diciembre de 1993, pág. 155-259. [Proyectos para mejorar la moneda, con labores de ambos en el Real Ingenio, transcripciones de 22 documentos].

SARGENT, Thomas J, y VELDE, François R. *The Big Problem of Small Change*, Princeton, New Jersey, U.S.A., Princeton University Press, 2002. [Los autores citan las ciudades con cecas mecanizadas en el siglo XVI].

SELLWOOD, David. "The trial of Nicolas Briot", en *THE BRITISH NUMISMATIC JOURNAL* - 1986, vol. 56, 1987, págs. 108-123. [Recuento paso a paso de un experimento de comparación entre la acuñación a martillo y la de la técnica taschenwerk].

SCHICK, Leon. *Jacobo Fucar, un gran hombre de negocios del siglo XVI*. Madrid, Aguilar, 1961. [Historia de los hermanos Fucar, alemanes que financiaron la construcción del Real Ingenio y la traída de las máquinas; con amplias referencias a la Ceca de Hall, en Tirol].

ULHORN, Friedrich. "Die Erfindung des Walzwerkes und seine Förderung durch Graf Reinhard zu Solms-Lich", en *DEUTSCHE MÜNZ-BLÄTTER*, Núm. 388, abril de 1935, págs. 297-304. [Descripción de los dibujos y textos de la propuesta de 1551 de máquinas para acuñar moneda].

WALTHER, Rolf. "Die entwicklung der europäischen Münzprägtechnik von den Karolingern bis zur Gegenwart", *DEUTSCHES JAHRBUCH FÜR NUMISMATIK*, vol. 2, año 1939, págs. 139-158. [El autor cita las ciudades con cecas mecanizadas en el siglo XVI].