

03-040

**METHODOLOGICAL APPROACH TO POINT OUT THE VALUE OF THE INDUSTRIAL HERITAGE. A CASE STUDY: “THE MALLET FROM ALAR DEL REY”.**

Geijo Barrientos, José Manuel <sup>(1)</sup>; Zulueta Pérez, Patricia <sup>(1)</sup>; Sánchez Lite, Alberto <sup>(1)</sup>

<sup>(1)</sup> Escuela de Ingenierías Industriales. Universidad de Valladolid

According to the National Plan for Industrial Heritage, “movable and immovable property and social systems related to the culture of work, must be understood as a whole composed by the landscape in which they are integrated, the industrial relations in which they are structured, the architectures that characterize them, the techniques used in their procedures, the files generated during their activity and their symbolic practices”. In many cases, machinery of the manufacturing processes subsists in the industrial building. Other times, due to the independent nature of movable property, they acquire a particular obsolescence and fragility. Our case study is one of the original “artifacts” of the Industrial Heritage of Castilla y León, specifically, the mallet of the first lock of the Canal de Castilla, “the mallet of Alar del Rey”. In order to recognize and dignify both, the industrial building and its integrated movable properties, it has been necessary to analyze the machinery of similar industries to formulate hypotheses about its form and function. Likewise, to proceed with the analysis and graphic reconstruction, it has been essential the help of graphic and written documents.

Keywords: Industrial Heritage; graphic reconstruction; methodology.

**APROXIMACIÓN METODOLÓGICA PARA LA PUESTA EN VALOR DEL PATRIMONIO INDUSTRIAL. UN CASO DE ESTUDIO: “EL MARTINETE DE ALAR DEL REY”.**

Según el Plan Nacional de Patrimonio Industrial “los bienes muebles, inmuebles y sistemas de sociabilidad relacionados con la cultura del trabajo, se deben entender como un todo compuesto por el paisaje en el que se integran, las relaciones industriales en que se estructuran, las arquitecturas que los caracterizan, las técnicas utilizadas en sus procedimientos, los archivos generados durante su actividad y sus prácticas de carácter simbólico”. En muchos casos, la maquinaria perteneciente a los procesos de fabricación subsiste en el edificio industrial. En otras ocasiones, debido al carácter independiente propio de los bienes muebles, estos adquieren una obsolescencia y fragilidad particular. El caso de estudio que se presenta es uno de los “artefactos” originales propios del Patrimonio Industrial de Castilla y León, específicamente, el martinete de la primera esclusa del Canal de Castilla “el martinete de Alar del Rey”. Con la intención de reconocer y dignificar tanto el bien inmueble industrial como sus bienes muebles integrados, ha sido necesario recurrir a la maquinaria de industrias similares para formular hipótesis sobre su forma y función. Asimismo, para proceder al análisis y la reconstrucción gráfica ha sido imprescindible la ayuda de otro tipo de bienes muebles esenciales, los documentos gráficos y escritos.

Palabras claves: Patrimonio industrial; reconstrucción gráfica; metodología.

Correspondencia: Patricia Zulueta Pérez pzulueta@eii.uva.es



©2021 by the authors. Licensee AEIPRO, Spain. This article is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

## 1. Introducción

El concepto de Patrimonio Industrial como algo con valor histórico surge en el siglo XIX a partir de la Revolución Industrial, debido a los cambios que supuso en los modos de producción dejando atrás una sociedad agraria para dar paso a una Industrial. Sus orígenes se remontan a finales del siglo XVIII, pero realmente fue en el siglo XX con las aportaciones de la arqueología y la antropología, cuando surgieron dos conceptos básicos: el de objeto testimonio, que es valorado por lo que significa para la sociedad que lo ha fabricado, y el objeto de estudio que permite conocer aspectos de la sociedad que lo realizó.

Históricamente, en Europa se ha percibido la actividad Industrial como una amenaza para el Patrimonio en general, razón por la cual se han considerado mutuamente excluyentes. La Unión Europea ha ido adquiriendo gradualmente un compromiso con el Patrimonio Industrial a pesar de la dificultad de los estados miembros a reconocerlo como una parte legítima del Patrimonio europeo (Kisiel, 2020).

En España, el nacimiento del interés por el Patrimonio Industrial se remonta a la década de los 80. Desde entonces, las políticas relativas a los sitios industriales abandonados han ido pasando de la destrucción a la preservación, rehabilitación y mejora. Sin embargo, ha habido un desajuste entre las iniciativas institucionales y académicas y las comunidades locales que no han mostrado un especial interés por los restos industriales. Esta situación puede tener su origen en la consideración del Patrimonio Industrial como recurso económico, sin atender a su relación con la sociedad en la que produjo la actividad industrial al enfocarlo desde la perspectiva de los monumentos y los museos. En este sentido, los proyectos que contemplasen los restos industriales como parte de los paisajes culturales podrían contribuir a acortar distancias entre la visión institucional y la identidad real del dicho Patrimonio (Del Pozo & González, 2012).

“Se entiende por Patrimonio Industrial el conjunto de los bienes muebles, inmuebles y sistemas de sociabilidad relacionados con la cultura del trabajo que han sido generados por las actividades de extracción, de transformación, de transporte, de distribución y de gestión generados por el sistema económico surgido de la “revolución industrial”. Estos bienes se deben entender como un todo compuesto por el paisaje en el que se integran, las relaciones industriales en que se estructuran, las arquitecturas que los caracterizan, las técnicas utilizadas en sus procedimientos, los archivos generados durante su actividad y sus prácticas de carácter simbólico” (Plan Nacional de Patrimonio Industrial, 2015, p.11).

Hoy en día existe un consenso generalizado acerca de que los testimonios relacionados con la cultura del trabajo forman parte del Patrimonio cultural. Sin embargo, existen serias dificultades para que las administraciones declaren Bien de Interés Cultural (BIC) a los bienes industriales.

En los últimos años, la importancia del Patrimonio Industrial se ha convertido en una tendencia creciente en los estudios internacionales. En cuanto a sus valores y las necesidades cruciales para el desarrollo urbano, esta rama del Patrimonio cultural se ha considerado esencial en el tejido de las ciudades. Esto ha provocado un gran interés por las prácticas de reutilización adaptativa, especialmente entre los países en desarrollo, al ofrecer una respuesta inteligente a un debate en curso para alcanzar el desarrollo sostenible (Bazazzadeh et al., 2021). En esa línea, ya en 2002, el Comité del Patrimonio Mundial declaró que el Patrimonio es “un instrumento para el desarrollo sostenible de todas las sociedades”. Sin embargo, el término “desarrollo sostenible” se inscribe en una compleja agenda económica, ambiental y social que desafía la práctica contemporánea de gestión del Patrimonio Mundial (Landorf, 2009). Particularmente, en España, existen estudios que analizan la sostenibilidad de algunos elementos industriales tras el cese de su actividad, así como su definición turística. De los resultados obtenidos en estos trabajos se obtiene una valoración cualitativa del Patrimonio

Industrial en términos de sostenibilidad y su interpretación como recurso turístico en una oferta cultural cada vez más diversificada (Pardo, 2020).

Una primera clasificación del Patrimonio Industrial sería la del Patrimonio tangible y Patrimonio intangible que, en conjunto, constituyen los denominados bienes culturales. Dentro del primer grupo se enmarcarían los bienes materiales de origen industrial y no-artesanales, como son los objetos materiales con valor cultural ya sea por su significación histórica, tecnológico-científica o de diseño industrial; que, a su vez, se dividirían en bienes muebles: objetos, artefactos, electrodomésticos, máquinas, aparatos tecnológicos, etc.; y bienes inmuebles, en el sentido arquitectónico (Donini, 2006).

En particular, los bienes muebles pueden clasificarse de nuevo en bienes muebles de capital y bienes muebles de consumo durables. La teoría del Patrimonio Industrial debe abarcar tanto a los primeros, originados por la ingeniería, como a los bienes de consumo durables enmarcados propiamente en el diseño industrial y no siempre tenidos en cuenta. Por otro lado, quedarían los bienes inmuebles motivados por la arquitectura. De ahí se deduce la necesidad de relacionar la historia de la arquitectura con la historia de la técnica-tecnología de los aparatos, máquinas y procesos pertenecientes a la ingeniería, y con la historia de la técnica-tecnología relativa a los productos. Por su parte, el Patrimonio Industrial intangible o inmaterial, también conocido como Patrimonio vivo, comprende entre otros conceptos las formas de vida dentro de los ámbitos productivos, las costumbres y tradiciones industriales, y el *know-how* o secreto de los procesos productivos que portaban los propios trabajadores (Anderson, 2011).

El presente trabajo se enmarca en la línea de trabajo del Grupo de Investigación Reconocido de la Universidad de Valladolid “Rodrigo Zamorano de Historia de la Ciencia y la Tecnología”.

## 2. Objetivos

El objetivo general del presente trabajo consiste en establecer una metodología para el acercamiento al Patrimonio Industrial de Castilla y León. Los apartados específicos de este objetivo general son los siguientes:

- Conocer del Patrimonio Industrial mueble e inmueble de Castilla y León:
- Identificar las diferentes categorías: máquinas, artefactos, herramientas, productos, mobiliario, accesorios y documentos gráficos.
- Valorar cada categoría y componente.
- Reconocer y dignificar los bienes muebles industriales.
- Establecer criterios de actuación.
- Aplicar técnicas de reconstrucción gráfica.

Seguidamente, el objetivo particular de este trabajo consiste en aplicar la metodología general para el análisis y recuperación de determinados “artefactos” originales, propios del Patrimonio Industrial de Castilla y León, uno de los cuales, el martinete de la primera esclusa del Canal de Castilla, “el martinete de Alar del Rey”, constituye nuestro caso de estudio. Los apartados específicos de este objetivo particular son:

- Búsqueda y análisis de fuentes documentales.
- Estudio del uso original del artefacto.
- Análisis de la maquinaria.
- Comparación con establecimientos similares.

- Contextualización del artefacto.

### 3. Metodología de trabajo

Como es sabido, el Patrimonio Industrial dispone de una metodología propia de carácter interdisciplinar que se denomina Arqueología Industrial. Esta disciplina científica estudia y pone en valor los vestigios materiales e inmateriales como testimonios históricos de los procesos productivos. Su estudio nos aproxima a una mejor comprensión de las estructuras y los procesos que han generado el desarrollo de las sociedades técnico-industriales, sus fuentes de energía, sus lugares y espacios de trabajo, su organización productiva y su forma de responder a una economía basada en la mecanización de los procesos productivos (Plan Nacional de Patrimonio Industrial, 2015).

El término “Industrial Archaeology” surgió en 1955, a raíz de un artículo publicado por Michael Rix de la Universidad de Birmingham, unido al concepto de Patrimonio Industrial al destacar la importancia de la conservación de los testimonios heredados de la Revolución Industrial por su valor histórico y de identidad de ciertos grupos sociales.

Una de las primeras directrices para el mantenimiento y conservación del Patrimonio Industrial dice textualmente: “La conservación de sitios industriales requiere un profundo conocimiento del propósito o los propósitos por los que se construyó, y de los diferentes procesos industriales que pudieron tener lugar en él. Esto puede haber cambiado con el tiempo, pero todos los usos anteriores deben ser investigados y evaluados” (Tagil, 2003, p.3).

En 1963, Kenneth Hudson definió la disciplina de arqueología industrial como el descubrimiento, la catalogación y el estudio de los restos del pasado industrial, que nos servirían para conocer las condiciones de trabajo, los procesos técnicos y los procesos productivos, sentando las bases de lo que llegaría a ser en un futuro (Hudson, 1963). Se situaba de este modo la arqueología, sus métodos y sus técnicas, al servicio del estudio del pasado Industrial permitiendo hacer una reconstrucción del mismo a partir de los restos y datos recogidos (Aguilar, 1999).

En nuestro país, el primer investigador que presentó una definición de arqueología industrial fue Rafael Aracil, en 1984, en la que delimitaba la cronología al comienzo de la Revolución Industrial a pesar de ser un hecho poco concreto en un país con una industrialización tan lenta y tardía como la española.

Por tanto, con objeto de analizar el papel del Patrimonio Industrial mueble, así como proponer criterios para posibles nuevas intervenciones, el presente trabajo plantea el establecimiento de una metodología general mediante una serie de fases, que veremos seguidamente, con la intención de realizar un análisis del estado de la cuestión para, dependiendo del diagnóstico, disponer una serie de recomendaciones tendentes a la mejora en cuanto a valoración, conservación y mayor conocimiento de estos bienes. Un proyecto de intervención sobre determinados elementos del Patrimonio Industrial requiere una metodología que considere su estado a lo largo del tiempo y su valor para un nuevo uso (Sánchez et al., 2019). Todo ello, intentando evitar que éste sea el punto final del estudio arqueológico industrial, describiendo el objeto, pero dejándolo sin ningún tipo de interpretación (Lopes, 2011).

En ese sentido, en la búsqueda de buenas prácticas para la difusión del Patrimonio cultural, es fundamental que equipos de trabajo interdisciplinares, compuestos por humanistas y técnicos, diseñen nuevas experiencias, como puede ser el caso de la realidad aumentada, que intenten lograr un equilibrio entre lo que se debe mostrar y la forma en que se realiza, permitiendo percibir restos reales al ofrecer reconstrucciones virtuales e información complementaria como sonidos, imágenes, etc. (Merchán, Merchán & Pérez, 2021). Es quizá en este contexto en el que se han situado las perspectivas teóricas más recientes y alejadas

únicamente de la descripción y el análisis del bien industrial como tal, sin intentar explicar lo que éste pudo suponer para las personas que lo utilizaron, para el espacio en el que se ubicó o para el momento histórico en el que fue concebido y utilizado.

En general, las fases de toda investigación sobre el Patrimonio Industrial han seguido tres líneas independientes pero relacionadas entre sí (Aguilar, 1999): la investigación histórica siguiendo un método descriptivo y comparativo, selección y propuestas de protección de elementos significativos, y conservación y gestión del Patrimonio Industrial. En cuanto a las fuentes para su estudio se mantienen las fuentes tradicionales: fuentes documentales en archivos y fuentes publicadas, obras generales, revistas y publicaciones periódicas. Sin embargo, es importante añadir que, en el caso particular de los bienes muebles, existen otras fuentes de enorme valor, como son los archivos de las empresas, entendidos como “el conjunto de documentos producidos por una empresa en el desarrollo de las actividades que le son propias, de manera orgánica y automática, y conservados como testimonios e información” (Gallego, 1992).

Finalmente, estableceremos la siguiente metodología global para el acercamiento al Patrimonio Industrial y tecnológico de Castilla y León dividida en cinco fases:

**Tabla 1: Metodología general. Elaboración propia**

<p>FASE 1 →</p>	<p>Revisión documental: fuentes bibliográficas. Revisión de fuentes gráficas (planos y dibujos).</p>
<p>FASE 2 →</p>	<p>Elemento indivisible: Bien Industrial mueble / Patrimonio Industrial inmueble. – Aspectos históricos / económicos / geográficos / sociales y culturales. – Tipología de las fábricas. – Procesos productivos. Bien Industrial mueble aislado extraído del contexto original.</p>
<p>FASE 3 →</p>	<p>Criterios de selección de casos de estudio / Análisis tecnológico de los diferentes elementos seleccionados Base de decisión: etapas anteriores. Análisis de una muestra significativa.</p>
<p>FASE 4 →</p>	<p>Trabajo de campo: reconocimiento “in situ” de la muestra seleccionada: “ficha de trabajo”, referenciación geográfica. Estado de conservación: Bien mueble e inmueble. Comparación realidad - documento gráfico: en caso de que existan ambos: comprobación de errores en la representación gráfica. Revisión de proyectos de ejecución de las fábricas o de los de remodelación en su caso.</p>
<p>FASE 5 →</p>	<p>Análisis de las fuentes documentales específicas de cada caso. Posibilidades de reconstrucción gráfica: en caso de existir únicamente pruebas documentales. Formulación de hipótesis de reconstrucción gráfica: en caso de inexistencia física del objeto industrial y de documentación gráfica y/o escrita que lo describa. Posibilidad de añadir realidad virtual y/o realidad aumentada.</p>

#### 4. Caso de estudio: el martinete de Alar del Rey

Según se ha expuesto anteriormente, el objetivo particular de este trabajo consiste en la aplicación de la metodología general planteada, para el análisis y recuperación de determinados “artefactos” originales del Canal de Castilla, uno de los cuales presentaremos como caso de estudio.

La declaración de Bien de Interés Cultural con la categoría de Conjunto Histórico en 1991 a favor del Canal de Castilla justifica por sí sola la necesidad de preservar y proyectar socialmente su rico Patrimonio Industrial. En este Conjunto Histórico se encuentran tanto las obras hidráulicas (dársenas, diques de carena, esclusas, retenciones, tramos entre conjuntos, puentes, acueductos, alcantarillas y almenaras) como las edificaciones (casas de esclusero, fábricas, naves, almacenes y talleres). Todas estas instalaciones (incluidas en el expediente de deslinde y amojonamiento de 1864 del Canal de Castilla) tienen un indudable valor histórico, cultural y, en algunos casos, monumental, con distintos grados de protección.

El Canal de Castilla es recogido en el Plan Nacional de Patrimonio Industrial como uno de los 49 bienes industriales que deben recibir la máxima protección que otorga la legislación sobre Patrimonio Histórico. Además, ha sido incluido en el catálogo de los 100 elementos del Patrimonio Industrial en España confeccionado por la sección española del TICCIH (The International Committee for the Conservation of the Industrial Heritage).

Entendemos por “artefacto”, no sólo los “mecanismos destinados a la obtención, transformación y conducción de sustancias” (Plan Nacional de Patrimonio Industrial; actualización 2016) sino también “el edificio dispuesto para su colocación”, según la interpretación jurídica del XIX (Arrazola, 1852).

Artefacto es, por lo tanto, cualquier edificación construida junto al Canal destinada a un uso exclusivamente industrial. En el caso del Canal de Castilla, estos artefactos han sido sistemáticamente olvidados y en muchos casos o se han perdido definitivamente o presentan un deterioro tan rápido que están expuestos a desaparecer.

Actualmente hay un desconocimiento casi absoluto sobre el aspecto original de estas instalaciones por una razón fundamental: muy pocas han sobrevivido con su configuración inicial y, lo que es peor, en todos los casos la maquinaria inicial ha desaparecido. La mayoría de los artefactos ha sufrido transformaciones importantes para adaptarse a nuevos usos o a nuevos sistemas productivos, variando y modernizando las máquinas y, al mismo tiempo, modificando la fisonomía del propio edificio contenedor, generalmente con nuevas plantas y nuevos departamentos.

Por otro lado, tampoco ha habido gran interés, hasta ahora, en estudiar y conocer el aspecto original de estos establecimientos industriales. Los pocos estudios existentes sobre este Patrimonio suelen ser superficiales y, habitualmente, limitados al último estadio evolutivo del artefacto. Pero allí donde actualmente se ve, por ejemplo, una fábrica de harinas, tal vez sin uso y en ruina, o una central hidroeléctrica, en otro tiempo hubo, muy probablemente, otra industria diferente.

Incluso el propio Plan Regional del Canal de Castilla, elaborado en 2001, muestra cierta despreocupación por el pasado y contiene numerosas imprecisiones y errores a la hora de analizar los elementos existentes. Es particularmente llamativa la falta de rigor al fechar los artefactos de diferentes esclusas. Por añadidura, el vago y general análisis que se hace en las fichas del Plan confunde artefacto original y artefacto actual.

Actualmente el Plan Regional del Canal de Castilla, uno de cuyos primeros objetivos es “Recuperar y rehabilitar el Patrimonio histórico (hidráulico, obra pública y arquitectónico)”, carece de rigor a la hora de valorar todas sus obras y artefactos. Es cierto que su misión es preservar lo existente, pero de acuerdo con el criterio del TICCIH mencionado anteriormente,

debiera apoyarse en un profundo conocimiento del sitio industrial, investigando y evaluando todos los usos anteriores. En cierto modo, el Plan es un reflejo de la importancia dada en los últimos años a los diversos elementos del Canal, mirando sólo lo que queda, lo que se ve, y olvidando lo que hubo.

Junto a la primera esclusa del Canal de Castilla, declarado Bien de Interés Cultural (España, Decreto 154/1991), se situó, a pesar de la escasa tradición en la región, una industria metalúrgica: un martinete. Está situado a unos 2,5 kilómetros de Alar del Rey, en la localidad de Barrio de San Vicente (Palencia). Tras construirse y funcionar como tal durante unos años, fue abandonado y acabó destinándose a central hidroeléctrica con vivienda una vez iniciado el siglo XX. Se encuentra en ruinas y sin la maquinaria.

Cualquier iniciativa tendente a poner en valor este edificio requiere en primer lugar, según la Carta de Nizhny Tagil, conocer para qué se construyó y los diferentes procesos industriales que pudieron tener lugar en él (Tagil, 2003). Se pretende, por lo tanto, analizar y recuperar gráficamente esta instalación, recreando su aspecto, maquinaria y funcionamiento original.

Para ello, la metodología general descrita en el apartado 3 se ha adaptado a este caso concreto mediante una metodología particular según las 5 etapas de desarrollo concurrente (simultáneo) siguientes:

1. Análisis del estado actual y de la información directa del martinete.
2. Análisis histórico previo del proceso productivo metalúrgico.
3. Análisis tecnológico de la maquinaria asociada a la fabricación y labrado del hierro.
4. Análisis de ejemplos de martinetes y ferrerías existentes.
5. Análisis detallado de todas las fuentes documentales disponibles.

#### 4.1 Análisis del estado actual del martinete

Se ha examinado en esta etapa toda la información directa disponible sobre el terreno, tomando datos, mediciones y realizando levantamientos de todos los elementos accesibles del martinete. Además, se ha considerado cualquier otro tipo de datos indirectos como planos, dibujos y fotografías recientes (Plan Regional, libros y publicaciones...), fotografías antiguas y vistas aéreas que permitieran confirmar datos del artefacto objeto de estudio.

Figura 1: Ortofotos 1977, 2009 y 2020. Fuente: [http://ftp.itacyl.es/cartografia/01\\_Ortofotografia/](http://ftp.itacyl.es/cartografia/01_Ortofotografia/)



Aunque en estado ruinoso, se aprecia un proyecto de mayor entidad que en el resto de aprovechamientos instalados en otros saltos de esclusas y dársenas.

La planta es sensiblemente cuadrada, organizada en torno a un patio con dos plantas sobre el caz de derivación. El cuerpo de aguas, dividido en varios canales a la entrada para aprovechar un desnivel total de 3,02 metros, está completamente desvirtuado en el interior

tras su transformación como central hidroeléctrica. Una vez concluido su último aprovechamiento industrial, la degradación del edificio ha sido tan acelerada (figura 1) como el olvido de su función inicial. El propio Plan Regional del Canal de Castilla (Junta de Castilla y León, 2001) recoge este edificio en las fichas de catalogación y protección (grado III) con la denominación de “central hidroeléctrica” y uso original de “molino” sin precisar como fecha de construcción poco más que un amplio periodo comprendido entre 1759 y 1804.

Actualmente sin uso, conserva en su interior algún mecanismo de regulación de la toma de aguas para el artefacto, pero no hay ningún resto de la maquinaria original.

#### 4.2 Análisis histórico del proceso productivo metalúrgico

Como es sabido, el principal problema con el que tropezaron las culturas antiguas fue la elevada temperatura de fusión del hierro (1.535 °C), inalcanzable sin utilizar hornos avivados con potentes máquinas de soplar. Las primitivas ferrerías, situadas cerca de los yacimientos del mineral, con hornos que no superaban los 600° C. y sin intervención, en principio, de mecanismo alguno, permitían obtener objetos de hierro sin llegar a fundirlo. mediante dos procesos básicos: el cinglado y la forja (González, 1987).

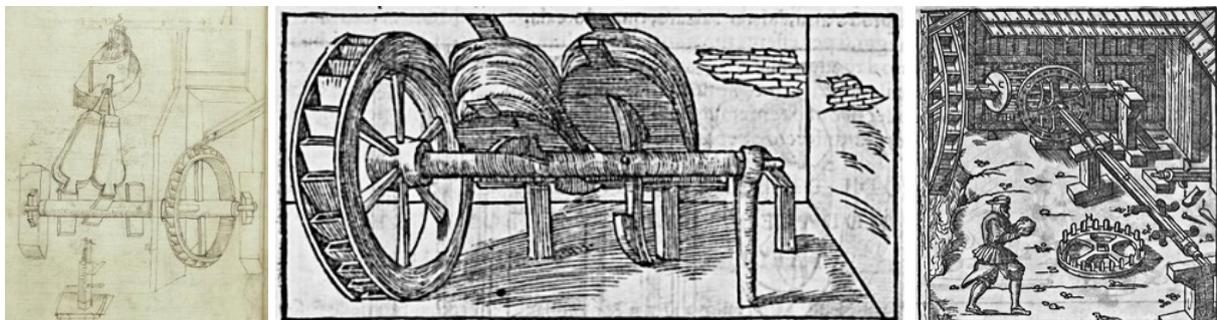
La primera gran revolución en la tecnología del hierro se produce en la Edad Media con la utilización de la energía hidráulica para accionar, de forma menos penosa, martillos de mayores dimensiones y diversas máquinas soplantes. De esta forma se consiguió, además, obtener hierro de forja a un menor coste y elaborar piezas de mayor tamaño y geometría más complicada (González, 1988).

Se diferenciaban las ferrerías “mayores” de las “menores”, distinción que no obedecía a una cuestión de tamaño, ni de magnitud de las instalaciones, sino a una división del trabajo, a un reparto de papeles (Arbide, 1980). Este tipo de ferrerías movidas por agua permaneció en uso hasta el siglo XIX, en el que se difundió el uso de la máquina de vapor para todo tipo de aplicaciones.

#### 4.3 Análisis tecnológico de la maquinaria de los martinetes

Las descripciones gráficas más importantes proceden de autores clásicos como Mariano Taccola (1433), Giorgio Martini (1484), Spechtschart vomn Reutlingen (1488), Vannoccio Biringuccio (1540), Ludwig Lässl (1556), Agostino Ramelli (1588), Georgius Agrícola (1556), Heinrich Schickhardt (1610), Leonardo Turriano (1622), Georg Andreas Böckler (1662), Christoph Sturm (1718), Villa-Real de Berriz (1736) o Suárez y Núñez (1784), entre otros.

**Figura 2: Levas y fuelles. Fuentes: Taccola (1419-1433), Biringuccio (1540) y Agrícola (1556)**

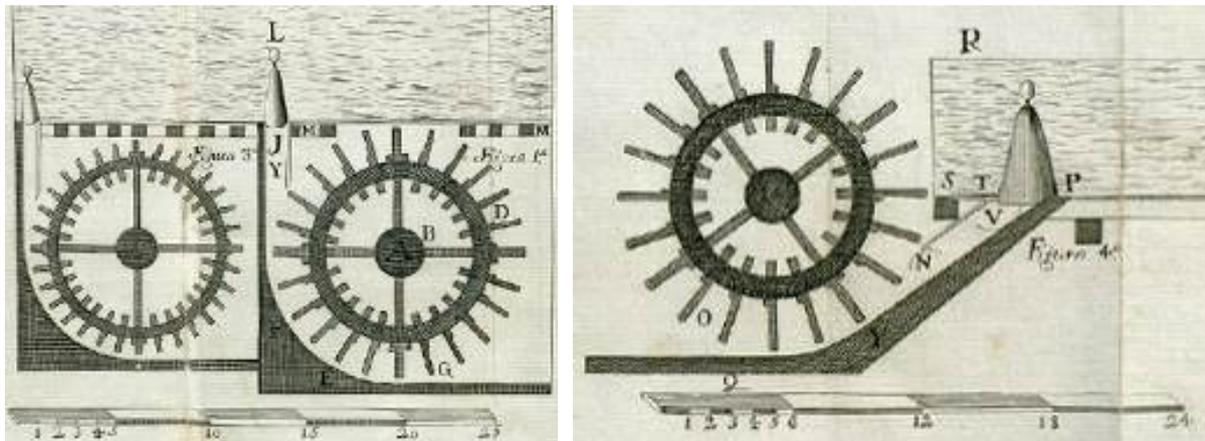


Predominan las soluciones técnicas derivadas del gran invento medieval de las levas aplicado a la tecnología del hierro. La rueda hidráulica, utilizada muchos siglos antes para la molienda de cereales, encontró con ello nuevas aplicaciones en industrias que requerían movimientos de vaivén. El mecanismo utilizado, el árbol de levas, permitía mover regularmente los martillos, mazos o pisones para golpear los distintos materiales. Pero también se aplicó para accionar rítmicamente los fuelles de las ferrerías.

El mecanismo de las ferrerías hidráulicas era muy simple y, precisamente por ello, muy eficaz. Las ruedas hidráulicas, siempre verticales, transmitían el giro directamente a un árbol y las levas empotradas en éste se encargaban de levantar rítmicamente el mazo y comprimir los fuelles o barquines (siempre por parejas para dar continuidad al soplado) que avivaban el fuego del horno. Agricola (1556) es el primero en aplicar un sencillo sistema de engranajes de linterna para reducir la velocidad de la rueda hidráulica.

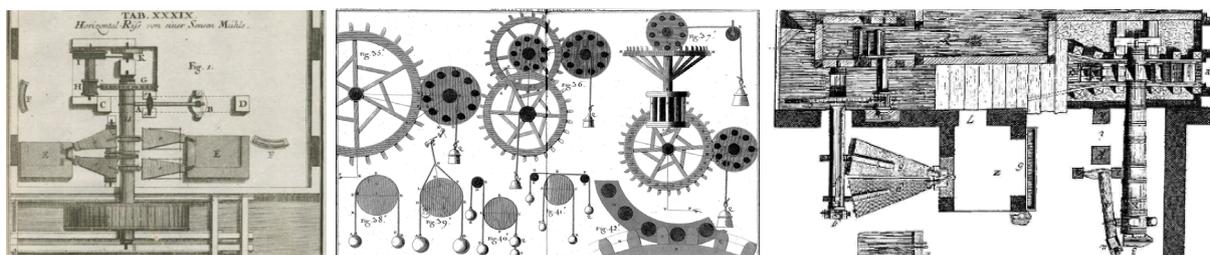
Los motores hidráulicos más convenientes según Villa-Real (1736), eran las ruedas verticales de paletas de tipo gravitatorio, situadas debajo de la “antepara” (figura 3, izda.), pero también las ruedas de tipo vitrubiano cuando la altura de la “antepara” no permitía dejar caer el agua sobre ella (figura 3, dcha.).

**Figura 3: Ruedas gravitatorias y vitrubiana según Villa-Real de Berriz (1736)**



Por su influencia en la formación de los ingenieros del siglo XVIII, son destacables las soluciones y posibilidades técnicas proporcionadas por Sturm (1718) en su “Arquitectura completa de molinos” y por Belidor (1737) en su “Arquitectura hidráulica”. La Enciclopedia francesa de Diderot (1765), obra emblemática de la Ilustración, reúne y difunde los conocimientos sobre las artes mecánicas aplicadas al labrado del hierro en distintas entradas como “forges” (fraguas, herrerías), “soufflets” (fuelles), “fourneaux” (hornos), “martinet” (martinete) y “forge des ancras” (forja de anclas).

**Figura 4: Disposición de las máquinas. Fuentes: Sturm (1718), Belidor (1737) y Diderot (1765)**



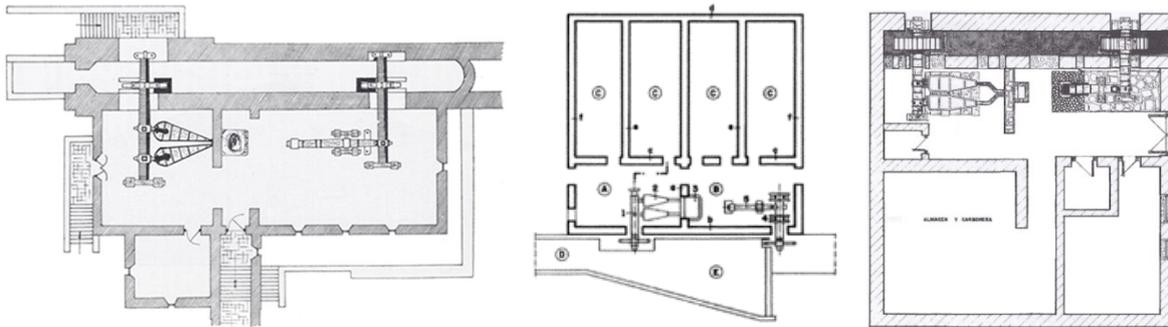
El conjunto de una ferrería a finales del siglo XVIII no incorporaba grandes avances y seguía utilizando soluciones técnicas desarrolladas en los siglos anteriores, incluido el sistema reductor de linterna y corona para la rueda de los fuelles, como describía y representaba Bertrand en 1774.

#### 4.4 Análisis de ejemplos de ferrerías y martinetes

En ferrerías de pequeño tamaño, como Compludo (León), Navafría (Segovia) o Teixois (Asturias), aunque con hogares soplados por trompas o roncaderas, se utilizó preferentemente el martillo o “machuco” de cola (basado en la palanca de primer grado).

El sistema de elevación se mantiene al examinar ferrerías de tamaño medio, como Mirandaola, Agorregi o Ybeltz, (Guipúzcoa), El Pobal (Vizcaya), Cades y La Iseca (Cantabria) y Sargadelos (Lugo). Tanto Villa-Real (1736) como Arroyo y Corbera (1993) confirman que los mazos accionados por la cola fueron los más extendidos en las ferrerías del norte de España. Se observa también la división ideal del taller en dos salas (la del mazo y la de los fuelles), y la utilización de dos ruedas motrices siempre de tipo vertical para accionar los correspondientes árboles de levas sin engranajes intermedios.

**Figura 5: Ferrerías de Mirandaola (Díez, 1983), Cades e Ybeltz (García, 1990)**



En todos los ejemplos estudiados, se disponían en línea recta los elementos principales del taller (barquineras, horno y mazo). La fragua estaba siempre apoyada sobre una base de piedra o murete y adosada a un muro que según Villa-Real (1736, p.106) es “La pared, que divide al fogar de los barquines, à que llaman bergamazo” y que “debe estar en angulos rectos con la pared de la “estolda”, y la de las carboneras...”.

Por su similitud funcional, se han analizado también algunas fábricas de anclas, como la de la isla de León (Cádiz) y la de Povedal, en Marrón (Cantabria), pero también Reales Fábricas como Fagollaga y Santa Bárbara (Guipúzcoa), Liérganes y La Cavada (Cantabria) o la Real Fábrica de armas de Toledo. En Gerona, la Real Fábrica de San Sebastián de la Muga de 1771, empleaba engranajes de linterna en el soplado del horno, estudiados con precisión por Belidor (1737) y aplicados por Diderot (1765).

#### 4.5 Análisis de detalle de las fuentes documentales

La mayoría de los testimonios relativos al Canal están custodiados en el Archivo General de la Confederación Hidrográfica del Duero (AGCHD) de Valladolid.

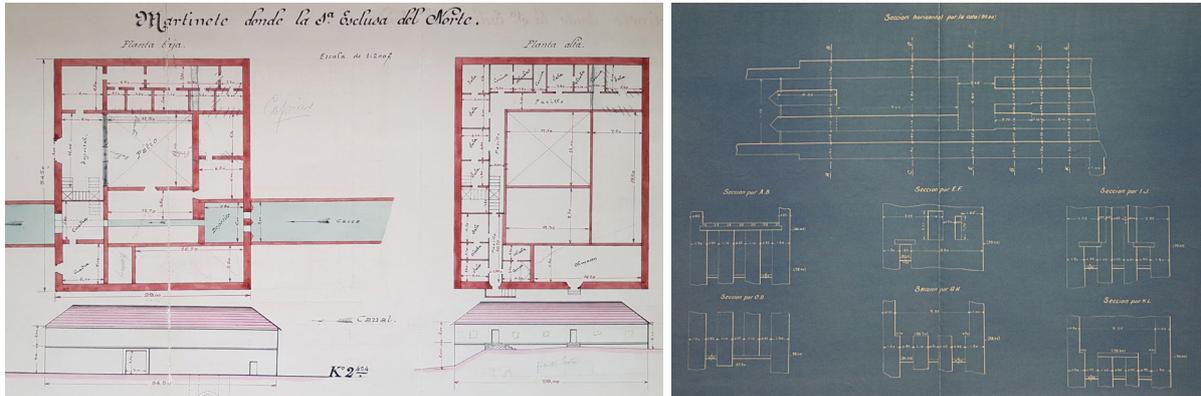
Hacia 1800 estaba a punto de concluirse este martinete para hierro, según el propio Ingeniero Director del Canal (Homar, 1800). Descripciones y tasaciones posteriores confirman que en 1811 dejó de funcionar como tal, muy probablemente debido a la guerra de la independencia española (1808-1814). El inventario de Rafo (1851) confirma la existencia de parte de la maquinaria (una rueda con su eje de movimiento y unos fuelles) y la distribución y oficinas de este artefacto: almacenes para el hierro en tosco y elaborado, pajar, leñera, fragua y balsa para el movimiento de las máquinas en la planta baja y habitaciones para los trabajadores en la segunda.

El plano del martinete (figura 6, izda.) de principios del siglo XX (atribuible a Luís Alonso, sobrestante del canal hacia 1901) permite identificar la organización general del martinete en base a las dependencias que refiere el inventario de 1851, pero no refleja la posición de las máquinas. Aunque con errores llamativos, el plano sugiere el importante macizo de sillería que cerraba el depósito de aguas, la posición del horno y el único canal útil en esa fecha.

El martinete fue reformado en 1922, según el proyecto del ingeniero de caminos D. Eduardo Fungairiño Fernández, al frente de la recién creada Confederación Hidrográfica del Duero (1919). El proyecto consistía, en esencia, en incorporar una turbina sistema “Francis Mirapeix”

horizontal de 80HP en la llamada “cámara de artefactos” y un alternador para producir energía eléctrica que sería transportada al cercano pueblo de Alar del Rey. Aunque esta intervención desvirtuó de forma irreversible “la extraña red de canales de toma y desagüe que existe en la actualidad y que respondía indudablemente a necesidades especiales de la industria a que se dedicó el edificio en otro tiempo...” (Fungairiño, 1922), el proyecto recoge un levantamiento preciso del estado actual en esa fecha (figura 6, dcha.).

**Figura 6: El martinete hacia 1901 (Anónimo, n.d.) y cuerpo de aguas (Fungairiño, 1922)**

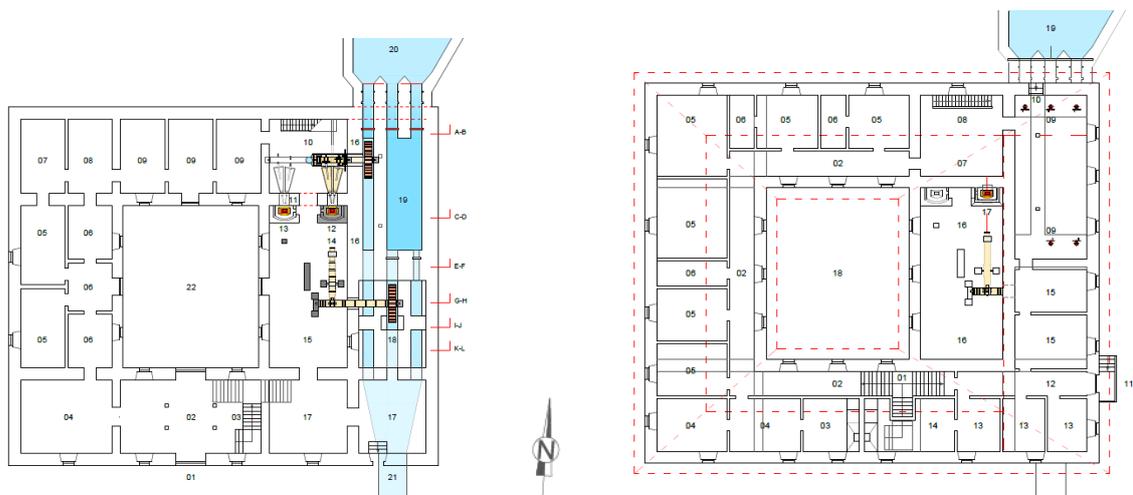


## 5. Resultados

El estudio de los restos del martinete y de los procesos metalúrgicos, el análisis de la tecnología utilizada en establecimientos similares y ejemplos existentes, así como el examen de las fuentes documentales, ha permitido reconstruir el martinete con sus máquinas recreando su aspecto y funcionamiento original.

En cuanto al edificio, el proyecto original del martinete (figura 7) se basaba en una planta casi cuadrada con patio central, al que se adosaba lateralmente (lado este) el cuerpo de aguas junto al muro de “estolda”. Esta idea de agregación sigue los patrones tradicionales estudiados, pero con una diferencia importante: el cuerpo de aguas no es elevado sino bajo y, además, configurado con una red de canales que permite su integración en el edificio y el aprovechamiento de la planta superior.

**Figura 7: Planta baja y superior del martinete. Fuente: elaboración propia**



Respecto a la disposición, dimensiones y características de la maquinaria, está en línea con otras herreras tradicionales. A diferencia de ellas, el desnivel existente en esta esclusa (3,02 metros) era claramente insuficiente tanto para utilizar trompas soplantes en el horno como

para instalar la clásica “antepera” o depósito elevado sobre las ruedas. Al ser éstas en el martinete obligatoriamente vitrubianas, el sentido de giro de la rueda de los fuelles requería un sistema inversor para accionar correctamente los barquines.

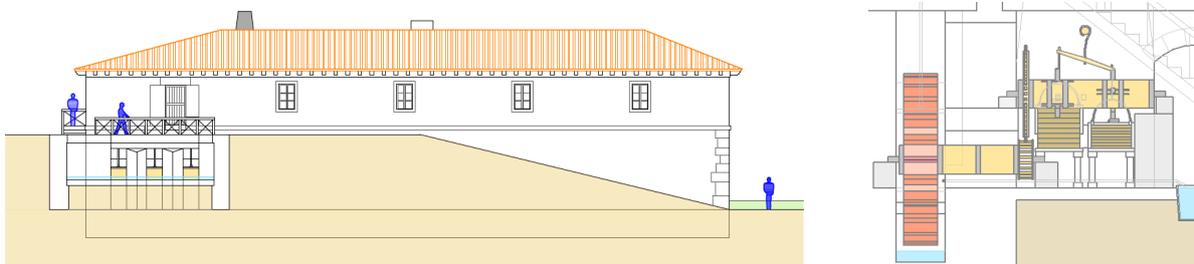
Los resultados más importantes son:

- La interpretación del cuerpo de aguas con sus tres canales y cotas fundamentales.
- La identificación del llamado muro de “estolda” y situación del taller.
- La determinación de la posición del muro “bergamazo” con el horno principal.
- La localización de las salas principales del taller (sala de barquines y sala del mazo).
- La ubicación de las ruedas hidráulicas y determinación de sus dimensiones.
- El posicionamiento de barquines y martillo, con sus mecanismos de movimiento.
- La ubicación de las dependencias auxiliares y habitaciones de empleados.
- La reconstrucción de los elementos arquitectónicos arruinados.

### 5.1 Síntesis y recuperación gráfica

Cualquier elemento del Patrimonio Industrial, salvo raras excepciones, tiene en su origen un proyecto, unos planos y en definitiva unos dibujos que no siempre se han conservado. Se podría hablar de un “dibujo de exploración” (Gastón & Rovira, 2007) para referirse al levantamiento de planos con el que recuperar los que son inaccesibles por cualquier causa. Al mismo tiempo, para sintetizar, visualizar y verificar las ideas, es necesario dibujarlas. Por eso, los resultados del trabajo de investigación se han plasmado en los correspondientes planos (plantas, alzados, secciones y detalles).

**Figura 8: Alzado norte y sala de barquines del martinete. Fuente: elaboración propia**



Cualquier hipótesis sobre la arquitectura y las máquinas del martinete no puede ser considerada válida a menos que haya sido contrastada con dibujos suficientemente precisos.

## 6. Conclusiones

El trabajo realizado ha permitido alcanzar los objetivos establecidos:

1. Se han localizado en el AGCHD las principales fuentes documentales relacionadas con el martinete. Entre ellas, destacan los planos de distintas épocas, memorias, inventarios y proyectos de transformación del siglo XX.
2. La combinación de datos procedentes de todas las fases de la metodología descritas en el apartado 3 ha sido imprescindible para intuir el funcionamiento original y completo del artefacto.
3. La maquinaria desaparecida ha podido ser reconstruida, estableciendo una hipótesis coherente tanto con las soluciones tecnológicas propias del final del siglo XVIII como con las ferrerías estudiadas y con las fuentes documentales consultadas.

4. La comparación con otros establecimientos metalúrgicos, muestra que el martinete de Alar, además de singular y atípico en Castilla, es de mayor entidad y con características únicas:
  - Tipología en torno a un patio y mayores dimensiones.
  - Integración de nuevas funciones (viviendas para empleados y esclusero).
  - Elevación en altura y separación funcional por plantas (industrial / habitacional).
  - Ausencia de “antepara” e integración del cuerpo de aguas en el edificio.
  - Utilización de canales y mecanismos de maniobra de compuertas.
5. El planteamiento, dimensiones, organización y fábrica del martinete de Alar del Rey, se acerca más al de algunas Manufacturas Reales del siglo XVIII, con las que presenta características comunes. Se trataba (a diferencia de los establecimientos tradicionales) de un proyecto integral, compacto e innovador que pretendía racionalizar la organización del trabajo del hierro, mejorando y dignificando al mismo tiempo las condiciones laborales de los empleados.

### **6.1 Futuras líneas y limitaciones del estudio**

Se considera que con esta metodología se puede abordar el estudio y recuperación del Patrimonio Industrial en general y de otros artefactos del Canal de Castilla en particular. Para estos últimos, el estudio realizado en el AGCHD, pone de manifiesto las limitaciones de las fuentes documentales, por lo que, para algunos de ellos, sería necesario ampliar el campo de investigación.

### **6.2 Aportaciones al campo de Dirección e Ingeniería de Proyectos**

Como es sabido, la intervención de los ingenieros militares fue decisiva en la obra pública del siglo XVIII (Nóvoa, 2005). Su conocimiento en el campo de las obras hidráulicas era elevado y el Canal de Castilla era un modelo de experimentación. Todo apunta a que Juan de Homar, Ingeniero Director de los Reales Canales, fue el verdadero impulsor de su aprovechamiento industrial a propuesta de Francisco Sabatini, Director del Cuerpo de Ingenieros (Helguera, 1992).

El análisis y recuperación de los artefactos del Canal, permite conocer los medios tecnológicos y constructivos del momento y la influencia de los textos científicos tanto en la formación de los ingenieros como en sus proyectos. La comparación con establecimientos industriales similares ayuda a contextualizar y comprender el movimiento de transformación y modernización de las actividades fabriles de titularidad estatal en el siglo XVIII. Estas instalaciones, realizadas por los ingenieros militares, resultaron significativas en su tiempo y, de alguna manera, modélicas. Se trataba de construcciones funcionales, apartadas de las preocupaciones decorativas o estéticas, y por eso se convirtieron en modelos más o menos confesados de realizaciones posteriores, a veces en campos bien ajenos.

## 7. Referencias

- Aguilar, I. (1999). *Arquitectura Industrial. Concepto, método y fuentes*. Valencia: Diputación de Valencia.
- Anderson, I. (2011). Patrimonio Industrial Mueble: Debate para incluir a los bienes de consumo durables presentes en la historia del diseño industrial mundial como Patrimonio Industrial mundial. *Actas de Diseño, Vol. 11*, 31-41.
- Anónimo, (n.d.). *Martinete donde la 1ª Esclusa del Norte*. AGCHD, FCC, AHCC, Planos y dibujos siglo XIX-XX, sign, 202.
- Agricola, G. (1556). *De re metallica*. Basilea: Froben-Episcopio.
- Arbide, I. (1980). *Ferrerías en Legazpi*. San Sebastián: Caja de Ahorros Provincial de Guipúzcoa.
- Arrazola, L., Gómez, P., & Manresa, J.M. (1852). *Enciclopedia española de derecho y administración, ó Nuevo teatro universal de la legislación de España e Indias*. Tomo IV. Madrid: imprenta de Díaz y compañía.
- Arroyo, P., & Corbera, M. (1993). *Ferrerías en Cantabria: manufacturas de ayer, patrimonio de hoy*. Santander: Asociación de Amigos de la Ferrería de Cades.
- Bazazzadeh, H; Nadolny, A.; Mehan, A., & Hashemi, S.S. (2021). The Importance of Flexibility in Adaptive Reuse of Industrial Heritage: Learning from Iranian Cases. *International Journal of Conservation Science* 12(1), 113-128.
- Belidor, B. F. (1782). *Architecture hydraulique, ou l'Art de conduire, d'élever et de ménager les eaux pour les différents besoins de la vie*. Paris: Chez Charles-Antoine Jombert, Libraire de l'Artillerie & du Génie.
- Bertrand, J. E. (1774). *Descriptions des arts et métiers, faites ou approuvées par Messieurs de l'Académie royale des sciences de Paris* (Tomo II). Neuchatel: de l'Imprimerie de la Société Typographique.
- Biringuccio, V. (1540). *De la Pirotechnia*. Venecia: P. Gironimo Giglio, e compagni.
- Del Pozo, PB., & González, PA. (2012). Industrial Heritage and Place Identity in Spain: From Monuments to Landscapes. *Geographical Review* 102(4), 446-464.  
doi: [10.1111/j.1931-0846.2012.00169.x](https://doi.org/10.1111/j.1931-0846.2012.00169.x)
- Díez, L. M. (1983). *Ferrerías en Gupúzcoa: siglos XIV-XVI*. San Sebastián: Haranburu.
- Diderot, D. (1765). *Recueil de planches sur les sciences, les arts libéraux et les arts mécaniques: avec leur explication. Troisième livraison*. Paris: Briasson.
- Donini, A. (2006). Patrimonio, identidad y globalización. En, *La dimensión social del patrimonio. VIII Congreso Internacional de Rehabilitación del Patrimonio Arquitectónico y Edificación*. Buenos Aires.
- España. Decreto 154/1991, de 13 de junio, de la Junta de Castilla y León, por el que se declara bien de interés cultural con categoría de conjunto histórico a favor del Canal de Castilla. Boletín Oficial del Estado, 14 de agosto de 1991, núm. 194, pp. 27109 a 27109.
- Fungairiño, E. (1922). *Proyecto de reforma del edificio de la esclusa 1ª para instalación de una central de producción de energía eléctrica y habilitación de viviendas*. AGCHD, FACC, PCC, C-2177, Pyto-2601.
- Gallego, O. (1992). Los archivos de empresa. *Abaco, Revista de Cultura y Ciencias Sociales*, 1, 435-465.
- García, L. V., Sierra, J.M., Fuente, R., & González, R. (1990). *Los espacios rurales cantábricos y su evolución*. Asamblea Regional de Cantabria: Servicio de Publicaciones de la Universidad de Cantabria.
- Gastón, C., & Rovira, T. (2007) *El proyecto moderno. Pautas de investigación*. Barcelona: Universitat Politècnica de Catalunya.
- González, I. (1987). *Fábricas hidráulicas españolas*. Madrid: Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas (CEDEX), Biblioteca CEHOPU.

- González, I. (1988). *Molinos y ferrerías en el valle del Duero*. En M. Esteban Piñeiro, “Estudios sobre historia de la ciencia y de la técnica”. Valladolid: Junta de Castilla y León, Consejería de Educación y Cultura.
- Helguera, J. (1992). Proyecto y realidad del Canal de Castilla a comienzos del siglo XIX. Planos y dibujos de Juan de Homar. En *El Canal de Castilla: cartografía de un proyecto ilustrado*. Madrid: CEHOPU, CEDEX, Ministerio de Obras Públicas y Transportes.
- Homar, J. (1800). Memoria de Edificios, Máquinas, Tierras y Huertas que tiene la Real Hacienda en los Canales de Castilla la Vieja. Valladolid: AGCHD, FCC, AHCC, siglo XVIII, C-0077-1.
- Hudson, K. (1963). *Industrial Archaeology. An Introduction*. London: J. Baker.
- Kisiel, P. (2020). Unwanted inheritance? Industrial past as the EU heritage. *International Journal of Heritage Studies*, 26(7),652-666. doi; [10.1080/13527258.2019.1678053](https://doi.org/10.1080/13527258.2019.1678053)
- Junta de Castilla y León. (2001). Plan Regional del Canal de Castilla. Archivo electrónico de planeamiento <https://www.jcyl.es/plaupdf/34/34000/285729/paw93gui.pdf>.
- Landorf, C. (2009) A Framework for Sustainable Heritage Management: A Study of UK Industrial Heritage Sites. *International Journal of Heritage Studies*, 15: 6, 494-510. doi: 10.1080 / 13527250903210795.
- Lopes, J.M. (2011). Desindustrialização e salvaguarda do patrimônio industrial problema ou oportunidade?. *Oculum Ensaios: Revista de arquitetura e urbanismo*, 13, 154-165.
- Merchán, M. J., Merchán, P., & Pérez, E. (2021). Good Practices in the Use of Augmented Reality for the Dissemination of Architectural Heritage of Rural Areas. *Apl. Sci*, 11 (5). <https://doi.org/10.3390/app11052055>.
- Nóvoa, M. (2005). La obra pública de los ingenieros militares. En Villaverde F. (Ed.), *Los ingenieros militares de la monarquía hispánica en los siglos XVII y XVIII* (pp. 183-202). Madrid: Latorre Literaria.
- Pardo, J. C. (2020). Valuation of Industrial Heritage in Terms of Sustainability: Some Cases of Tourist Reference in Spain. *Sustainability*, 12, 9216. <https://doi.org/10.3390/su12219216>.
- Plan Nacional de Patrimonio Industrial (2015). Carrión Gútiéz, A. (Coord.). Ministerio de Educación, Cultura y Deporte Ed. Secretaría General Técnica, Subdirección General de Documentación y Publicaciones. Madrid.
- Plan Nacional de Patrimonio Industrial (Actualización 2016).
- Rafo, J. (1851). *Canal de Castilla. Ynventario de entrega del mismo por la Empresa a la Compañía*. AGCHD, FCC, AHCC, siglo XIX-XX, sign. L-3.
- Sánchez, A., González, C., Zulueta, P., Sampaio, Z., & Torre, B. (2019). Academic Proposal for Heritage Intervention in a BIM Environment for a 19th Century Flour Factory. *Apl. Sci.* 2019, 9, 4134; doi: 10.3390/app9194134 [www.mdpi.com/diario/applsci](http://www.mdpi.com/diario/applsci).
- Sturm, L. C. (1718). *Vollständige Mühlen-Baukunst*. Augsburg: Verlag Jeremias Wolff.
- Taccola, M.J. (1419-1433). De ingeneis. Facsimil del “Codex Latinus Monacensis 197” (Parte II). Wiesbaden: Dr. Ludwig Reichert Verlag.
- Tagil, N (2003). Carta de Nizhny Tagil sobre el Patrimonio Industrial. The International Council of Monuments and Sites (ICOMOS) – The International Committee for the Conservation of the Industrial Heritage (TICCIH).
- Villa-Real, P. B. (1736). *Máquinas hidráulicas de molinos y herrerías, y gobierno de los árboles y montes de Vizcaya*. Madrid: en la oficina de Antonio Marín.
- Zhang, J., Cenci, J., Becue, V., & Koutra, S. (2021) The Overview of the Conservation and Renewal of the Industrial Belgian Heritage as a Vector for Cultural Regeneration. *Information*, 12. <https://doi.org/10.3390/info12010027>

