



UNIVERSIDAD  
DE MÁLAGA



ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES  
Departamento: Ingeniería Civil, de Materiales y Fabricación  
Áreas de Conocimiento: Ingeniería de los procesos de fabricación

# TRABAJO FIN DE GRADO

**Análisis del Taller Mecánico de la Fábrica de Nuestra Señora del Pilar en  
Motril y su Relación con la Producción Azucarera como elemento del  
Patrimonio Industrial**

Grado en Ingeniería de Diseño Industrial y Desarrollo del Producto

**Autor:** Mara Estefanía Hurtado Vasquez

**Tutor:** Sergio Martin Béjar

**Cotutor:** Lorenzo Sevilla Hurtado

Málaga, junio de 2.025



## Resumen

La presente investigación se centra en el análisis del taller mecánico de la Fábrica Azucarera Nuestra Señora del Pilar, ubicada en Motril (Granada), como parte fundamental del patrimonio industrial andaluz. Esta fábrica, inaugurada en 1882 y en funcionamiento hasta 1984, constituye un ejemplo emblemático del modelo agroindustrial azucarero de la costa tropical granadina, destacando por su grado de autosuficiencia técnica y su relevancia socioeconómica. En particular, el taller mecánico jugó un papel estratégico en el mantenimiento y funcionamiento continuo de las instalaciones, albergando una serie de máquinas-herramienta que permitieron fabricar y reparar componentes clave del proceso productivo sin necesidad de servicios externos.

El trabajo ha tenido como objetivo principal documentar, analizar y poner en valor este espacio técnico, aun escasamente estudiado, mediante una metodología que combina el estudio histórico, el levantamiento gráfico, la catalogación mecánica, la entrevista a antiguos operarios y la digitalización tridimensional de una de sus máquinas. Gracias a visitas de campo, análisis funcional y modelado CAD, se ha reconstruido la lógica operativa del taller, permitiendo comprender su papel en la cadena productiva y su potencial como recurso museístico y educativo.

La investigación no solo aporta una visión detallada del funcionamiento del taller y su maquinaria, sino que también propone su conservación como parte esencial del proceso de musealización del conjunto fabril. Con ello, se contribuye a la valorización del patrimonio industrial desde una perspectiva técnica y humana, preservando tanto los objetos materiales como los saberes del trabajo asociados a ellos.

## Abstract

This research focuses on the analysis of the mechanical workshop at the Fábrica Azucarera Nuestra Señora del Pilar, located in Motril (Granada), as a key element of Andalusia's industrial heritage. The factory, inaugurated in 1882 and operational until 1984, is a representative example of the agro-industrial sugar model that shaped the Granada coastal region, particularly due to its high degree of technical self-sufficiency and socioeconomic relevance. The mechanical workshop played a strategic role in maintaining and ensuring the continuous operation of the facility, housing a variety of machine tools capable of producing and repairing essential components of the production process without external support.

The main objective of this study was to document, analyse, and highlight the importance of this technical space, which has been largely overlooked, through a methodology combining historical research, technical drawing, mechanical cataloguing, interviews with former workers, and 3D digitalization of one of its machines. Field visits, functional analysis, and CAD modelling have allowed for the reconstruction of the workshop's operational logic, offering insights into its role in the production chain and its potential as a museological and educational resource.

This research not only provides a detailed view of the workshop's operations and equipment but also proposes its preservation as a crucial step in the broader process of transforming the factory into a museum. In doing so, it contributes to the appreciation of industrial heritage from both a technical and human perspective, safeguarding the material artifacts as well as the work-related knowledge they embody.



# ÍNDICE GENERAL

1.	<i>Introducción</i> .....	12
2.	<i>Objetivos</i> .....	14
3.	<i>Patrimonio Industrial</i> .....	16
4.	<i>Fábrica Azucarera Nuestra Señora del Pilar</i> .....	26
5.	<i>Análisis taller mecánico</i> .....	38
5.1.	<i>Función estratégica del taller mecánico</i> .....	38
5.2.	<i>Plano de ubicación en la Fábrica</i> .....	40
5.3.	<i>Sistema de transmisión</i> .....	45
5.4.	<i>Identificación y descripción de máquinas herramientas del taller</i> .....	48
5.4.1.	<i>Amoladora</i> .....	48
5.4.2.	<i>Torno industrial grande</i> .....	51
5.4.3.	<i>Torno industrial pequeño</i> .....	54
5.4.4.	<i>Cepilladora</i> .....	57
5.4.5.	<i>Taladradora de columna</i> .....	60
5.4.6.	<i>Taladradora</i> .....	62
5.4.7.	<i>Bancadas</i> .....	63
6.	<i>Digitalización taladradora</i> .....	68
6.1.	<i>Introducción</i> .....	68
6.2.	<i>Captura de imágenes y toma de medidas</i> .....	68
6.3.	<i>Procesamiento fotográfico</i> .....	69
6.4.	<i>Modelado 3D en entorno CAD</i> .....	72
6.5.	<i>Aplicaciones y posibilidades de difusión</i> .....	79
7.	<i>Conclusiones</i> .....	82
8.	<i>Futuras líneas</i> .....	84
9.	<i>Bibliografía</i> .....	88



## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Fábrica azucarera. Edificio de filtrado y clarificación. Fábrica de azúcar de Nuestra Señora del Carmen. Torre del Mar (Vélez-Málaga). Catálogo de Fives-Lille de 1878 [2].....	16
Figura 2. Mapa interactivo Plan Nacional del Patrimonio Industrial [4] .....	17
Figura 3. Vista aérea del conjunto industrial de la Fábrica de Nuestra Señora del Pilar (Motril) [6].....	18
Figura 4. La restauración y conservación de patrimonio industrial, científico y técnico [10].	19
Figura 5. Fotogrametría [12] .....	20
Figura 6. Escaneo láser 3D [14] .....	21
Figura 7. Modelado 3D en SolidWorks [16] .....	21
Figura 8. Realidad Virtual [18] .....	22
Figura 9. Realidad Aumentada [20] .....	22
Figura 10. Sistema de Información Geográfica [22] .....	23
Figura 11. Cambio en los paisajes de la vega de Guadalfeo [26].....	26
Figura 12. Fachada de la Fábrica de Nuestra Señora del Pilar[29] .....	27
Figura 13. Vista aérea del conjunto fabril de la Fábrica de Nuestra Señora del Pilar .....	28
Figura 14. Casa de la Administración de la Fábrica del Pilar a principios del siglo XX (Foto: El Faro) [30].....	29
Figura 15. Chimenea de hormigón y caldera de vapor [31] .....	30
Figura 16. Tren de molinos [32] .....	30
Figura 17. Esquema del funcionamiento de un ingenio azucarero .....	31
Figura 18. Poster Feria del Campo Madrid [34] .....	33
Figura 19. Maqueta técnica de la Fábrica del Pilar (1952), realizada por la Escuela de Artes y Oficios de Motril para la Feria del Campo de Madrid [35] .....	33
Figura 19. Estado de abandono de la Fábrica del Pilar tras su cierre en 1984 [29] .....	34
Figura 20. Parte de la corporación municipal del Ayuntamiento de Motril. Iniciativa de 'Abierto por obras' [38] .....	35
Figura 21. Zona del proyecto museístico "abierto por obras" [40] .....	35
Figura 22. Ubicación del taller mecánico anexo al eje de producción del complejo fabril .....	39
Figura 23. Estado del taller mecánico en torno al momento del cierre de la fábrica, imagen cedida por Alberto .....	40
Figura 24. Vista de las dos naves gemelas, imagen cedida por Alberto .....	41
Figura 25. Fachada actual del taller mecánico.....	41
Figura 26. Vegetación .....	42
Figura 27. Maquinaria cubierta por objetos ajenos .....	42
Figura 28. Perfiles metálicos acumulados .....	42
Figura 29. Vista general .....	42
Figura 30. Vallas de protección puestas .....	43
Figura 31. Espacios más limpios.....	43
Figura 32. Vista general del espacio .....	43
Figura 33. Maquinaria reubicada .....	43
Figura 34. Vista general, mejora del espacio .....	44
Figura 35. Plano taller .....	45
Figura 36. Vista completa motor eléctrico .....	46
Figura 37. Polea bajo suelo .....	46
Figura 38. Motor eléctrico .....	46

Figura 39. Placa motor eléctrico .....	46
Figura 40. Eje principal.....	47
Figura 41. Conexión entre ejes mediante correas.....	47
Figura 42. Cono escalonado taladradora .....	47
Figura 43. Amoladora perfil izquierdo .....	49
Figura 44. Amoladora perfil derecho .....	49
Figura 45. Placa amoladora.....	49
Figura 46. Amoladora industrial 1966 [45] .....	50
Figura 47. Amoladora industrial 1913 [46] .....	50
Figura 48. Amoladora de cerca .....	50
Figura 49. Torno grande industrial .....	51
Figura 50. Torno industrial 1881 [48] .....	52
Figura 51. Torno industrial 1901 [49] .....	52
Figura 52. Mecanismo grúa.....	53
Figura 53. Perfil mecánico grúa .....	53
Figura 54. Conexión eje principal.....	54
Figura 55. Eje secundario .....	54
Figura 56. Sistema de poleas, cambio de velocidades .....	54
Figura 57. Torno industrial pequeño .....	55
Figura 58. Placa fabricante.....	55
Figura 59. Torno industrial 1896 [52] .....	55
Figura 61. Eje secundario .....	56
Figura 62. Sistema de transmisión.....	56
Figura 62. Sistema de poleas, cambio de velocidades .....	57
Figura 64. Cepilladora vista delantera .....	57
Figura 65. Cepilladora vista trasera .....	57
Figura 65. Placa fabricante.....	58
Figura 67. Cepilladora 1848 [55].....	58
Figura 68. Cepilladora 1876 [56].....	58
Figura 68. Sistema de movimiento .....	59
Figura 69. Conexión con el eje principal .....	60
Figura 70. Taladradora de columna .....	60
Figura 72. Polea superior .....	61
Figura 73. Polea inferior.....	61
Figura 74. Taladradora de columna 1883 [58].....	61
Figura 75. Taladradora de columna 1900 [59].....	61
Figura 75. Taladradora .....	62
Figura 76. Recogida del agua .....	63
Figura 78. Polea taladradora eje secundario .....	63
Figura 79. Eje secundario .....	63
Figura 79. Bancada cepilladora pequeña.....	64
Figura 80. Bancada torno.....	65
Figura 81. Repertorio de imágenes tomadas con la cámara .....	69
Figura 82. Imágenes subidas en Meshroom .....	70
Figura 83. Creación del modelo 3D por Meshroom .....	70
Figura 84. Modelo generado con Meshroom .....	71
Figura 85. Vista de la parte superior.....	71

Figura 86. Vista parte inferior .....	72
Figura 87. Superficie de referencia .....	73
Figura 89. Detalle superficie de referencia parte superior.....	73
Figura 90. Detalle superficie de referencia parte inferior .....	73
Figura 90. Modelado 3D SolidWorks .....	74
Figura 91. Software de renderizado .....	74
Figura 92. Renderizado vista lateral .....	75
Figura 93. Renderizado vista lateral .....	75
Figura 94. Renderizado perspectiva .....	76
Figura 95. Renderizado parte superior .....	76
Figura 96. Renderizado detalle parte superior .....	77
Figura 97. Renderizado parte inferior.....	77
Figura 98. Renderizado detalle parte inferior.....	78
Figura 99. Integración modelo 3D .....	78

# Capítulo 1

## Introducción

## 1. Introducción

El patrimonio industrial es un elemento clave en la evolución histórica, técnica y social de nuestra sociedad, ya que permite comprender los procesos productivos del pasado y su relación con el desarrollo económico de los territorios. Uno de los ejemplos más notorios de esta evolución es la industria azucarera de la caña de azúcar, que ejerció una influencia notable en la costa tropical granadina desde mediados del siglo XIX. En este contexto, la Fábrica Azucarera Nuestra Señora del Pilar, ubicada en Motril (Granada) e inaugurada en 1882, representa un ejemplo emblemático del legado industrial andaluz [1]. [1]

Durante más de un siglo, la Fábrica del Pilar se consolidó como un pilar fundamental de la economía local, no solo por su capacidad productiva, sino también por el entramado social y laboral que generó a su alrededor. Su evolución estuvo marcada por la incorporación de avances tecnológicos clave, como máquinas de vapor, trenes de molinos hidráulicos y sistema de transmisión eléctrica, reflejando la progresión del pensamiento técnico y el desarrollo industrial del país.

Un aspecto distintivo de la fábrica fue su capacidad de autogestión. Al igual que muchas industrias históricas, especialmente dentro del sector agroalimentario, desarrolló sistemas internos de mantenimiento que le permitieron funcionar con un alto grado de autonomía. Su taller mecánico, equipado con todo tipo de máquinas, desempeñó un papel fundamental en la eficiencia operativa de la fábrica. Esta autosuficiencia no solo garantizaba la continuidad de la producción, sino que también reflejaba un elevado grado de especialización técnica y de integración de conocimientos mecánicos.

Actualmente, el conjunto industrial presenta una carencia importante en la documentación técnica, gráfica y funcional detallada sobre el taller, así como en la identificación detallada de la función que desempeñaban sus elementos mecánicos en el proceso productivo. Esta situación representa una oportunidad para intervenir desde un enfoque académico y técnico que permita no solo preservar y analizar el taller, sino también proponer herramientas gráficas y digitales que faciliten su comprensión y valorización futura.

Con el propósito de satisfacer esta necesidad, el trabajo se plantea como una acción técnica y documental orientada al análisis del taller mecánico de la Fábrica del Pilar, mediante la identificación, estudio y catalogación de su maquinaria, la reconstrucción funcional del espacio y la digitalización tridimensional de una de sus máquinas. Esta acción no sólo es adecuada desde una perspectiva técnica, sino también necesaria para reforzar las iniciativas institucionales que actualmente impulsan la musealización del conjunto y su incorporación al patrimonio cultural industrial.

El estudio del taller permite comprender la relación entre las infraestructuras técnicas y los procesos productivos en una fábrica azucarera del siglo XX, así como el rol de los trabajadores especializados en su funcionamiento. En este sentido, se considera que el análisis técnico del taller, en combinación con recursos gráficos e históricos, puede contribuir a conservar no solo el objeto físico, sino también su función y contexto, fundamentales para entender el papel de la ingeniería y la mecánica en el pasado industrial reciente.

# Capítulo 2

## Objetivos

## 2. Objetivos

El presente Trabajo de Fin de Grado tiene como finalidad principal analizar y poner en valor el taller mecánico de la Fábrica de Nuestra Señora del Pilar en Motril, entendiendo este espacio como un elemento esencial del patrimonio industrial azucarero, a través del estudio técnico de su maquinaria y la digitalización tridimensional de una de sus piezas.

Para alcanzar este objetivo general, se han establecido los siguientes objetivos específicos:

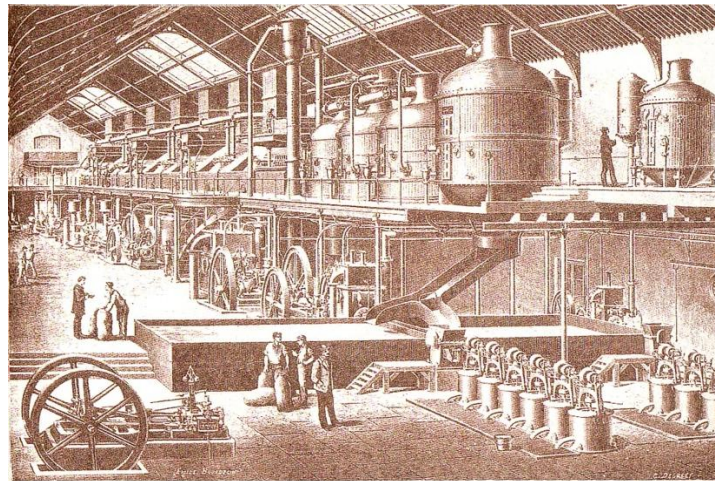
- Estudiar el contexto histórico, social e industrial en el que surgió y evolucionó la Fábrica de Nuestra Señora del Pilar, referente del sector azucarero en Andalucía.
- Analizar el funcionamiento del taller mecánico y su papel dentro del sistema de mantenimiento y reparación de la fábrica.
- Documentar técnica y gráficamente las principales máquinas conservadas en el taller, evaluando su estado y estimando su cronología y uso.
- Digitalizar la taladradora de columna mediante técnicas de fotogrametría, generando un modelo 3D para su conservación y difusión.
- Modelar la máquina digitalizada en entorno CAD (SolidWorks), aplicando materiales, renderizados y herramientas gráficas de ingeniería.
- Documentar el testimonio de un antiguo operario como referencia adicional para comprender el funcionamiento del taller y el uso de la maquinaria.
- Relacionar el equipamiento técnico del taller con los procesos específicos de producción azucarera, comprendiendo la conexión entre mantenimiento y continuidad operativa.
- Proponer una base técnica útil para futuras acciones de conservación, musealización o divulgación del patrimonio industrial motrileño

# Capítulo 3

## Patrimonio Industrial

### 3. Patrimonio Industrial

El patrimonio industrial ha dejado de ser un ámbito marginal dentro de la conservación cultural para convertirse en un componente esencial del legado histórico, técnico y territorial. Este patrimonio, complejo y diverso, abarca tanto bienes inmuebles, así como elementos inmateriales que incluyen conocimientos técnicos, la organización del trabajo y las prácticas sociales vinculadas a la producción. Representa la memoria material de los procesos de industrialización que, desde el siglo XVIII, transformaron las sociedades a través de fábricas, talleres, maquinaria, redes logísticas, documentación técnica y los propios entornos productivos [1]. Un ejemplo significativo de la arquitectura industrial vinculada a la producción azucarera lo encontramos en la Fábrica de Nuestra Señora del Carmen en Torre del Mar, cuya estructura de clarificación, documentada en el catálogo de Fives-Lille de 1878, ilustra los sistemas técnicos y constructivos propios del siglo XIX (véase Figura 1).



*Figura 1. Fábrica azucarera. Edificio de filtrado y clarificación. Fábrica de azúcar de Nuestra Señora del Carmen. Torre del Mar (Vélez-Málaga). Catálogo de Fives-Lille de 1878 [2]*

Aunque el interés por la arqueología industrial comenzó en la década de 1960 en Gran Bretaña y se extendió progresivamente por Europa y otros continentes, en España este movimiento cobró fuerza a partir de la década de 1980. Fue entonces cuando colectivos ciudadanos, asociaciones de defensa del patrimonio y diversas administraciones locales autonómicas empezaron a reconocer el valor histórico, arquitectónico y técnico de los espacios fabriles. Desde ese momento, el estudio y conservación del patrimonio industrial avanzó significativamente, con la aparición de grupos de defensa en prácticamente todas las comunidades autónomas. Sin embargo, a pesar del creciente reconocimiento del patrimonio industrial y de los esfuerzos de diversos colectivos para su defensa, muchos de estos bienes ya habían desaparecido o se encontraban en un estado crítico de deterioro. Ante esta situación, con el paso de los años se hizo evidente la necesidad de establecer estrategias concretas para su protección y valoración. Este proceso tomó forma entre 2001 y 2002 con la implantación del Plan Nacional de Patrimonio Industrial, desarrollado en colaboración con varias comunidades autónomas y el Gobierno de España. Dicho plan definió criterios específicos para la catalogación, conservación y difusión de estos bienes, consolidando un marco institucional destinado a garantizar su perseveración [3].

### 3. Patrimonio Industrial

En este contexto, la aprobación del Plan Nacional del Patrimonio Industrial en 2001, y su posterior actualización en 2016, supuso un punto de inflexión. Este documento establece una definición precisa del patrimonio industrial como el conjunto integrado de bienes y elementos, tanto materiales como inmateriales, vinculados a procesos de producción, transformación y transporte. Para ello se apoya en la metodología de la Arqueología Industrial, disciplina interdisciplinaria que estudia y valora los vestigios históricos para comprender las estructuras productivas, las fuentes de energía, la organización del trabajo y los espacios en los que se desarrollan dichas actividades.

La implementación del Plan Nacional se ha traducido, entre otras ocasiones, en la elaboración de un mapa interactivo que recoge y documenta los principales elementos del patrimonio industrial en España, facilitando su consulta y difusión pública (véase Figura 2).

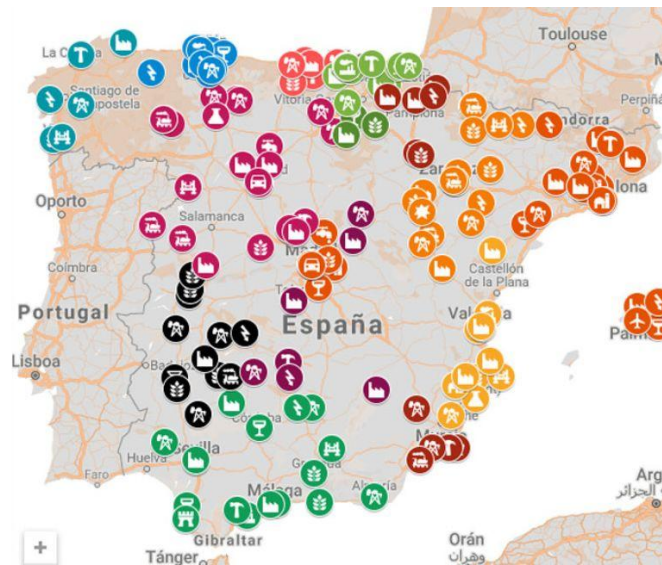


Figura 2. Mapa interactivo Plan Nacional del Patrimonio Industrial [4]

En esta línea, se considera “Bien Industrial” a cada componente que conforma este legado, clasificable en bienes inmuebles, muebles e inmateriales. Respecto a los bienes inmuebles se distinguen tres tipos principales:

- Elementos aislados: Aquellos que, fuera de su contexto original, mantienen un gran valor como testimonio histórico.
- Paisajes industriales: Territorios en los que se conservan los elementos esenciales de los procesos productivos, permitiendo observar de manera evolutiva las transformaciones surgidas en el entorno.
- Conjuntos industriales: espacios que conservan todos sus elementos, formando un conjunto completo que refleja una actividad industrial.

Por su parte, los bienes muebles abarcan artefactos, herramientas, mobiliario, accesorios y archivos que documentan los procedimientos técnicos y la cultura del trabajo, mientras que los bienes inmateriales recogen los testimonios, instituciones y colecciones que constituyen la memoria colectiva de la industria [5].

La Fábrica Azucarera de Nuestra Señora del Pilar de Motril se integra dentro de esta última lógica de conjunto industrial ya que forma parte de un sistema productivo estructurado, con espacios dedicados a la molienda, la cristalización del azúcar, el almacenamiento, las oficinas y, especialmente, el taller mecánico. Esta estructura permite concebir el patrimonio industrial no como un conjunto aislado de componentes, sino como un ecosistema interconectado con valor técnico e histórico. La disposición espacial de estos elementos puede observarse en la vista aérea del conjunto industrial motrileño que conforma este ecosistema productivo (véase Figura 3).



Figura 3. Vista aérea del conjunto industrial de la Fábrica de Nuestra Señora del Pilar (Motril) [6]

En línea con esta visión, el Plan Nacional destaca la necesidad de desarrollar inventarios sistemáticos, documentación técnica, estudios históricos y planes de intervención que garanticen la conservación, el conocimiento y la difusión de estos bienes. No se trata únicamente de evitar su desaparición, sino de integrar su valor en el desarrollo cultural, educativo y territorial de las regiones. En el caso de Andalucía, esta visión se ha materializado mediante el reconocimiento de numerosos bienes industriales como BIC (Bien de Interés Cultural), entre ellos la propia Fábrica de Nuestra Señora del Pilar, cuya declaración oficial se llevó a cabo en 1996 [7].

### Métodos de conservación

La conservación del patrimonio industrial requiere un enfoque riguroso, interdisciplinar y adaptado a las especificaciones de cada bien. En el caso del Taller Mecánico de la Fábrica de Nuestra Señora del Pilar en Motril, este enfoque adquiere un carácter fundamental, ya que se trata de un espacio que articula la memoria de la producción azucarera local y refleja tanto la evolución tecnológica como las dinámicas sociales de la zona. El patrimonio industrial, por tanto, no solo se compone de estructuras materiales, sino también de conocimientos técnicos, paisajes asociados y valores simbólicos que deben preservarse de forma integral. Uno de los principios básicos es la preservación *in situ*, considerada la mejor opción para conservar la autenticidad del bien y evitar su descontextualización. Esta medida implica que las intervenciones deben ser mínimas, reversibles, documentadas y sustentadas en un

diagnóstico técnico detallado del estado de conservación, las patologías materiales y los riesgos estructurales.

El Plan Nacional de Patrimonio Industrial establece una secuencia clara de fases para intervenir de forma coherente en estos bienes: inventario, estudios técnicos e históricos, elaboración de planes directores, proyectos de intervención y conservación del material y los riesgos estructurales [8].

En este marco, se definen distintos métodos complementarios de conservación, que deben aplicarse de forma estratégica y conjunta:

1. **Preservación:** Se aplican medidas preventivas para proteger el bien sin modificar su forma original. En el taller motrileño, esto significa conservar tanto la estructura como los equipos y mecanismos que demuestran su antiguo funcionamiento.
2. **Mantenimiento:** Se realizan intervenciones pequeñas y periódicas para mantener el funcionamiento y la estabilidad sin cambiar la esencia del conjunto. Esto es fundamental para conservar las máquinas de vapor y otros sistemas técnicos.
3. **Reconstrucción:** Reconstrucción: Se utiliza cuando se han perdido elementos importantes de forma irreversible. Para ello, se recurre a documentos fiables (planos, fotografías y testimonios) y el resultado debe poder distinguirse claramente del original y ser completamente reversible.
4. **Adaptación:** Se refiere al proceso de modificar un bien patrimonial para asignarle un nuevo uso funcional que responda a las necesidades actuales, sin alterar su configuración original ni comprometer sus elementos históricos. Las intervenciones deben ser cuidadosamente planificadas y reversibles, de forma que se preserve la esencia y autenticidad del bien.
5. **Reutilización:** Consiste en incorporar el patrimonio industrial en la vida cultural, educativa y turística de la comunidad, dándole un papel activo en la difusión de su valor histórico y simbólico. Este proceso implica transformar el bien en un recurso o exposición que potencie su relevancia, sin perder su identidad original [9].

La correcta aplicación de estos métodos requiere no solo criterios técnicos rigurosos, sino también espacios de formación y reflexión compartida entre profesionales. Un ejemplo de ello es la II Jornada Técnica organizada por el Museu Nacional de la Ciència i la Tècnica de Catalunya (MNACTEC), centrada en la restauración y conservación del patrimonio industrial, científico y técnico (véase Figura 4).



Figura 4. La restauración y conservación de patrimonio industrial, científico y técnico [10]

La correcta aplicación de estos métodos debe apoyarse en la participación de actores locales y antiguos trabajadores, quienes poseen conocimientos técnicos y una experiencia única difícil de reemplazar. Su experiencia permite comprender el uso de funcionamiento real del espacio, lo que enriquece cualquier propuesta de conservación [8]. Por ello, el manual de conservación de TICCIH destaca la necesidad de registrarlos y transmitirlos, ya que muchos han desaparecido o están en riesgo de perderse definitivamente.

Otro elemento clave en las estrategias actuales de conservación es el uso de tecnologías avanzadas de digitalización, que permiten documentar, analizar y preservar bienes industriales con una precisión sin precedentes. Estas herramientas son esenciales para capturar la complejidad espacial, técnica e histórica de entornos fabriles como talleres, puertos o grandes estructuras industriales. Entre las más relevantes se encuentran:

- **Fotogrametría:** Es una técnica que permite generar modelos tridimensionales a partir de imágenes bidimensionales tomadas desde diferentes ángulos. Se basa en la identificación de puntos homólogos entre fotografías para calcular la geometría del objeto representado. En el ámbito del patrimonio, permite documentar con gran precisión elementos arquitectónicos o maquinaria sin necesidad de contacto físico, lo que la convierte en una herramienta ideal para bienes frágiles o de difícil acceso como se observa en la Figura 5 [11].



Figura 5. Fotogrametría [12]

- **Escaneo láser 3D:** A diferencia de la fotogrametría, el escaneo 3D no depende de imágenes, sino que utiliza pulsos láser o luz estructurada para medir directamente las distancias entre el sensor y las superficies de un objeto o estructura. El resultado es una nube de puntos extremadamente precisa que reproduce su forma tridimensional con un margen de error mínimo. Esta técnica permite capturar con rapidez y sin contacto físico elementos industriales complejos, como maquinaria, instalaciones fabriles o estructuras metálicas, incluso en condiciones poco favorables de iluminación. En la Figura 6 se muestra un ejemplo del uso del escáner láser durante una toma de datos sobre una pieza técnica, evidenciando su versatilidad y aplicabilidad en contextos reales. Gracias a su alta resolución, con valores que puede alcanzar los 0,01 mm, el escaneo láser 3D se ha consolidado como una herramienta clave para la documentación técnica, la conservación preventiva, la detección de daños estructurales y la creación de réplicas digitales realistas para proyectos educativos, museográficos o de restauración [13].

### 3. Patrimonio Industrial



Figura 6. Escaneo láser 3D [14]

- Modelado tridimensional: Es el proceso de crear representaciones digitales tridimensionales de objetos, espacios o estructuras mediante software especializado. En el ámbito del patrimonio industrial, el modelado 3D permite reconstruir maquinaria, instalaciones y componentes técnicos, ya sea desde cero o a partir de datos obtenidos mediante escaneo láser o fotogrametría. Esta herramienta resulta clave para simular intervenciones, visualizar procesos técnicos, restaurar virtualmente piezas perdidas o documentar elementos con alto nivel de detalle. Su uso se ha extendido ampliamente en el sector industrial debido a su capacidad para diseñar y verificar productos antes de su fabricación, optimizando tiempo y recursos. En la Figura 7 se muestra un ejemplo de trabajo con SolidWorks, uno de los programas más utilizados junto con CATIA, Autodesk Inventor o Blender, todos ellos capaces de generar modelos complejos con precisión, realizar simulaciones estructurales y facilitar el trabajo colaborativo entre equipos multidisciplinares [15].

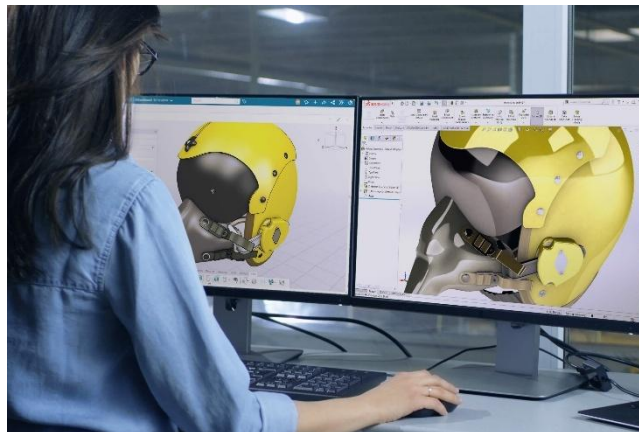


Figura 7. Modelado 3D en SolidWorks [16]

- Realidad virtual: Es una tecnología inmersiva que permite recrear entornos tridimensionales con los que el usuario puede interactuar, ofreciendo una experiencia sensorial similar a la de estar físicamente presente en un espacio. En el ámbito patrimonial, y especialmente tras las restricciones impuestas por la pandemia del COVID-19, esta herramienta se ha consolidado como una estrategia clave para museos y centros culturales que buscan nuevas formas de acceso, difusión y valorización de sus colecciones. Aplicada al patrimonio industrial, la VR permite al visitante recorrer

fábricas históricas, interactuar con maquinaria ya desaparecida o explorar procesos productivos en desuso, todo ello desde una perspectiva didáctica y envolvente. Esta tecnología favorece la accesibilidad, incluso para públicos con movilidad reducida o dificultades sensoriales, y puede ser una herramienta de gran valor para la investigación y la enseñanza. Un ejemplo de ello es la aplicación Imageen que permite al usuario explorar virtualmente elementos patrimoniales de la antigua Tarraco, tal como se aprecia en la Figura 8 [17].



Figura 8. Realidad Virtual [18]

- Realidad aumentada: Es una tecnología que combina el entorno físico con elementos virtuales superpuestos en tiempo real, permitiendo al usuario interactuar simultáneamente con lo real y lo digital. A diferencia de la realidad virtual, que crea un entorno completamente simulado, la RA enriquece la experiencia presencial sin aislar al usuario del espacio original. Gracias a su reciente incorporación en museos y espacios históricos, la realidad aumentada se perfila como una herramienta eficaz para acercar el pasado al presente de forma innovadora, educativa y respetuosa con el objeto original. Un ejemplo de ello puede verse en la Figura 9, donde un visitante interactúa mediante realidad aumentada con un modelo virtual recreado en 3D, en el marco de una exposición organizada por la Universidad de Málaga [19].



Figura 9. Realidad Aumentada [20]

### 3. Patrimonio Industrial

- Sistemas de Información Geográfica (SIG): Son herramientas tecnológicas que permiten capturar, almacenar, gestionar y analizar datos vinculados a una localización geográfica. En el ámbito del patrimonio industrial, su uso se ha extendido en tareas como la elaboración de inventarios digitales, la representación espacial de bienes, la evaluación de riesgos y la planificación de intervenciones. A través de mapas interactivos y bases de datos georreferenciadas, el GIS facilita una visión integral del territorio y permite identificar relaciones espaciales entre los distintos elementos patrimoniales. Esta información, expresada mediante puntos, líneas o polígonos, es clave para diseñar estrategias de conservación sostenibles, priorizar acciones según el estado de los bienes o difundir su localización mediante plataformas digitales. La Figura 10 muestra una aplicación concreta de esta tecnología, con una malla 3D generada a partir de imágenes aéreas del Castello Baronale di Policoro mediante ArcGIS Drone2Map, como parte del Geoportale Culturale Lucano para la promoción del patrimonio cultural regional. [21]

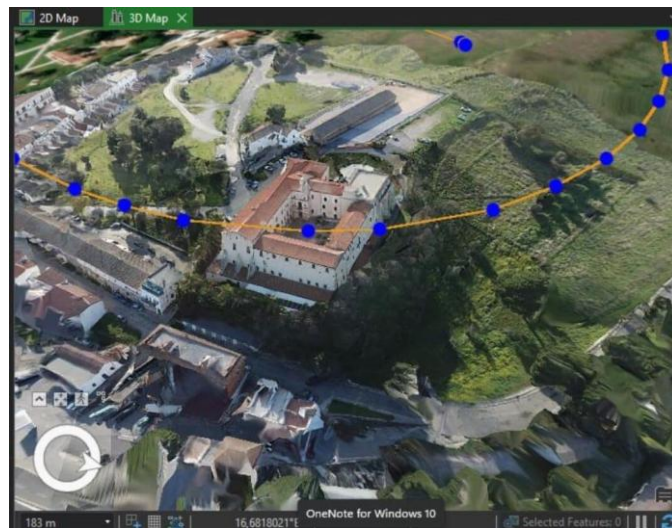


Figura 10. Sistema de Información Geográfica [22]

Estas herramientas fortalecen la documentación, la accesibilidad y la conservación del patrimonio industrial a largo plazo. Sin embargo, los expertos advierten que la digitalización no debe sustituir la conservación física, pues existe el riesgo de que se perciba como un reemplazo del bien original. Por ello, la conservación digital debe ser vista como un recurso complementario y no como un sustituto dentro del proceso de protección del patrimonio industrial. [23]

Todo este proceso, que incluye la documentación técnica, el trabajo interdisciplinario y el uso de tecnologías digitales, busca preservar la integridad del bien. Esto significa conservar no solo su estructura física, sino también su funcionamiento, distribución y capacidad de transmitir su historia productiva. Según la Carta de Nizhny Tagil (TICCIH, 2003)[24], esta integridad es clave para asegurar su autenticidad como patrimonio industrial.



Capítulo 4  
Fábrica Azucarera Nuestra  
Señora del Pilar

## 4. Fábrica Azucarera Nuestra Señora del Pilar

### Origen y contexto de la fábrica

La vinculación entre la caña de azúcar y la costa granadina es muy antigua. Aunque el cultivo ya existía en época andalusí, no fue hasta el siglo XIX cuando se desarrolló un verdadero sistema agroindustrial basado en la caña en la Vega del Guadalfeo. La acumulación de saberes agrícolas, la fertilidad del suelo y la abundancia de agua favorecieron la consolidación de este monocultivo, que se convirtió en el motor económico del litoral de Granada durante más de un siglo. Hacia finales del siglo XIX, la necesidad de aumentar la producción y mejorar la rentabilidad del azúcar impulsó una modernización técnica del sector, centrada en la mecanización del proceso productivo y la concentración de las instalaciones fabriles, como reflejan los cambios paisajísticos en la Figura 11 [25].

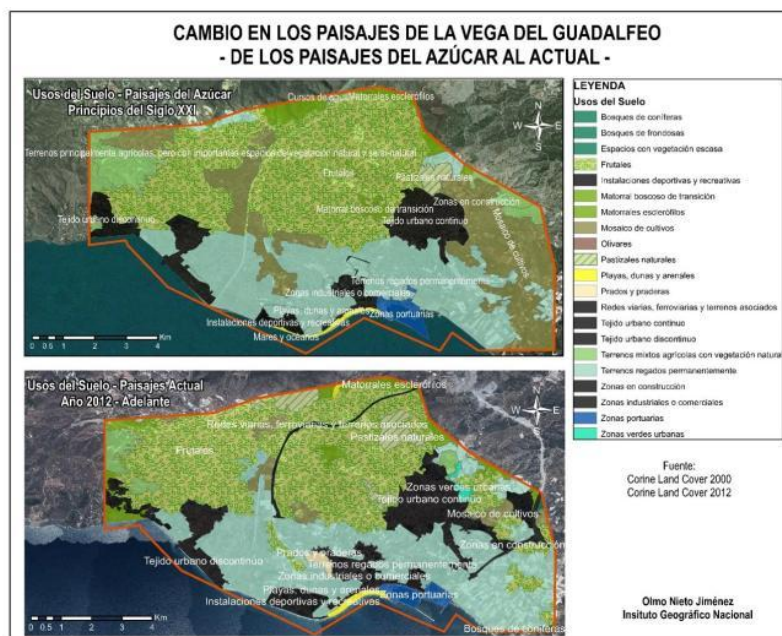


Figura 11. Cambio en los paisajes de la vega de Guadalfeo [26]

Es en este contexto cuando se fundó la Fábrica de Nuestra Señora del Pilar, inaugurada en 1882. El impulso inicial partió de la sociedad mercantil formada por Burgos, Domínguez y García, quienes compraron los terrenos y promovieron su construcción [27]. Pocos años después, la propiedad pasó a manos de la Marquesa de Esquilache, y en 1903 fue adquirida por la Sociedad General Azucarera de España (SGAE), entidad que llegaría a controlar prácticamente toda la producción de azúcar en la Vega del Guadalfeo. Esta integración dentro de un gran grupo empresarial supuso un punto de inflexión en la evolución de la fábrica, que pasó de ser una instalación de alcance local a convertirse en el eje central del sistema azucarero de Motril.

Como se observa en esta vista parcial del conjunto (véase Figura 12), la fábrica se construyó en las afueras del núcleo urbano de Motril, en un paraje conocido como la Rambla de las Brujas. En ese momento, el recinto estaba rodeado de cañaverales y conectado a una acequia de riego, lo que permitía abastecerse de agua sin depender de costosos sistemas de bombeo.

El terreno sobre el que se asentó tenía una extensión aproximada de siete hectáreas, dispuesto en forma de anfiteatro natural orientado al sureste. Esta localización estratégica, a medio camino entre las fincas productoras de caña y el puerto de Motril, facilitó el transporte de la materia prima y la distribución del azúcar elaborado [28].



*Figura 12. Fachada de la Fábrica de Nuestra Señora del Pilar[29]*

Gracias a esta visión integral, y a su posición privilegiada dentro del sector, la Fábrica de Nuestra Señora del Pilar se consolidó a lo largo del siglo XX como una de las instalaciones azucareras más relevantes de Andalucía. Su historia está profundamente ligada al crecimiento urbano y económico de Motril, a la evolución del modelo industrial agrario de la Vega del Guadalfeo, y a la memoria colectiva de generaciones de trabajadores.

### **Distribución y organización del complejo fabril**

El diseño de la Fábrica de Nuestra Señora del Pilar fue obra del arquitecto Francisco Giménez Arévalo, quien aplicó el modelo de “factoría-colonia”, característico de la industria azucarera. Este tipo de organización permitía concentrar en un mismo recinto la producción, el almacenamiento y las viviendas de los trabajadores, creando un entorno autosuficiente (véase Figura 13) [27].

#### 4. Fábrica Azucarera Nuestra Señora del Pilar



Figura 13. Vista aérea del conjunto fabril de la Fábrica de Nuestra Señora del Pilar

##### 1. Estructura principal

El núcleo del complejo consistía en cuatro grandes naves adosadas, distribuidas en tres plantas y con cubiertas a dos aguas. Estas naves albergaban etapas esenciales del proceso, como el turbinado, el secado y el almacenamiento del azúcar. La construcción combinaba columnas de fundición, vigas de pino y amplios ventanales enmarcados en ladrillo visto, lo que aseguraba una excelente iluminación natural [28].

##### 2. Edificaciones complementarias

Para complementar el funcionamiento del complejo, se incorporaron edificios adicionales:

- Nave del tren de molinos: Construida entre 1928 y 1929 para acoger la maquinaria Fives-Lille, su estructura metálica en celosía mejoraba la ventilación y permitía un aprovechamiento óptimo del espacio.
- Casa señorial: Destinada a las oficinas y la dirección, esta edificación reflejaba la jerarquía interna de la organización.
- Destilería: Ubicada junto a la casa señorial, estaba orientada a transformar los residuos azucareros en alcohol.

##### 3. Organización interna y área residencial

Como parte del diseño del complejo fabril (véase Figura 13), se incluyó también un área residencial para el personal. Se construyó un barrio obrero que comprendía 27 viviendas distribuidas en dos calles, acompañado de casas para empleados, cuadras y porterías. Esta disposición facilitaba la coordinación de todas las fases del proceso productivo y contribuía al control logístico y social dentro del recinto [28].

#### 4. Fábrica Azucarera Nuestra Señora del Pilar



Figura 14. Casa de la Administración de la Fábrica del Pilar a principios del siglo XX (Foto: El Faro) [30]

Con el paso de las décadas, muchas de estas estructuras fueron modificadas, ampliadas o demolidas. No obstante, el núcleo original de la fábrica, con sus principales edificaciones históricas, se mantiene en pie y constituye hoy un ejemplo excepcional de arquitectura industrial vinculada al azúcar.

#### **Evolución técnica y mejoras en la producción**

Desde su fundación en 1882, la fábrica destacó por incorporar avances tecnológicos que la posicionaron entre las instalaciones azucareras más avanzadas de España. En sus primeros años se utilizaron grandes máquinas de vapor, en su mayoría suministradas por la firma francesa Fives-Lille, lo que evidenció un alto grado de industrialización propio del último tercio del siglo XIX [27].

Con la adquisición de la fábrica por la Sociedad General Azucarera de España en 1903, se inició un proceso de mejora y centralización. La transformación más significativa se llevó a cabo entre 1928 y 1929, período durante el cual se amplió y reestructuró el recinto para concentrar la producción de caña proveniente de la Vega del Guadalfeo. En esta fase se construyó la nave destinada al nuevo tren de molinos y se instalaron importantes innovaciones, como una chimenea de hormigón de 45 metros, la primera en España, visible en la Figura 14, que marcó un hito en la modernización de la planta [25].

#### 4. Fábrica Azucarera Nuestra Señora del Pilar

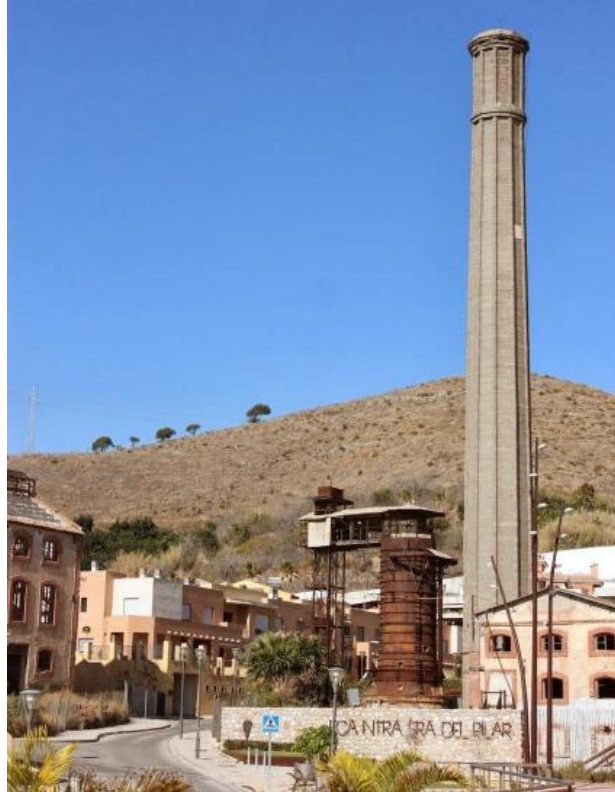


Figura 15. Chimenea de hormigón y caldera de vapor [31]

El sistema mecanizado introducido consistía en un tren de molinos formado por tres unidades de tres cilindros, equipadas con una desfibradora previa que preparaba la caña (véase figura 15). Este conjunto funcionaba mediante dos máquinas de vapor gemelas, capaces de transmitir la energía a través de trenes de engranajes reductores de velocidad, lo que representó el máximo exponente de la tecnología mecánica de la época.



Figura 16. Tren de molinos [32]

Además, se incorporaron nuevas áreas técnicas, entre las que destaca la sección de carbonatación, la cual sustituyó al anterior método de defecación química. Este cambio se logró mediante el uso de compresores de anhídrido carbónico accionados por máquinas de vapor de origen alemán y francés, y se complementó con la ampliación de la capacidad de evaporación y cristalización mediante tachas belgas y bombas de vacío alimentadas por vapor

[28]. En las décadas siguientes, y particularmente tras los daños ocasionados durante la Guerra Civil, el complejo continuó adaptándose a las nuevas condiciones. Durante la década de 1940 se renovaron ciertos elementos estructurales, se crearon espacios específicos como laboratorios y oficinas, y se incorporaron equipos provenientes de otras factorías cerradas.

Finalmente, en los años 80 se efectuó una última modernización que implicó la sustitución del antiguo sistema de evaporación por maquinaria más actual, adaptándose así a las exigencias productivas del momento.

### Organización del proceso productivo

El sistema de producción se estructuró como una cadena continua que abarcaba desde la llegada de la caña hasta la obtención final del azúcar cristalizado. Cada etapa del proceso estaba asignada a un área específica del complejo y conectada mediante cintas transportadoras, canales de vapor y un sistema energético basado principalmente en el uso del vapor, tal como se presenta en la Figura 16.

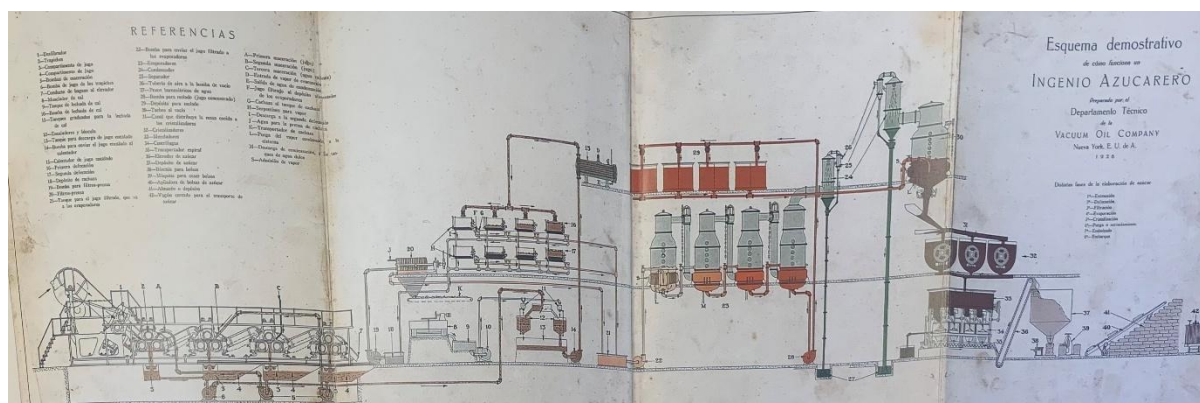


Figura 17. Esquema del funcionamiento de un ingenio azucarero

#### 1. Recepción y molienda de la caña

La caña procedente de las plantaciones se trasladaba a la nave del tren de molinos, donde se realizaba una primera trituración con una desfibradora. Seguidamente, la caña era dirigida a un conjunto de tres molinos (cada uno con tres cilindros) instalados por la firma francesa Fives-Lille. Este sistema, accionado por dos grandes máquinas de vapor gemelas equipadas con trenes de engranajes y reguladores de velocidad tipo Watt, permitía extraer el jugo de forma eficiente.

#### 2. Purificación del jugo

El jugo extraído pasaba a la sección de purificación. Inicialmente se utilizaba la defecación con cal; sin embargo, a partir de la remodelación de 1929 se implementó la técnica de carbonatación, que consistía en añadir anhídrido carbónico para eliminar impurezas. Posteriormente, se filtraba mediante filtros-prensa y negro animal, eliminando residuos sólidos, colorantes y otras sustancias que pudieran dificultar la cristalización.

#### 3. Concentración y cristalización

El jugo purificado era transportado a los evaporadores, donde se sometía a un proceso de concentración en etapas sucesivas con presión decreciente, optimizando el aprovechamiento del vapor y reduciendo el consumo energético. Una vez convertido en un jarabe espeso, el jugo se introducía en grandes calderas de cobre (tachas) para su cocción al vacío, induciendo la formación de cristales de sacarosa. Dependiendo de la pureza, la cristalización se realizaba directamente en la tacha o en depósitos posteriores.

#### **4. Separación y secado del azúcar**

La masa cocida obtenida se trasladaba a los malaxadores y, después, a las centrífugas. Estas máquinas, al girar a gran velocidad, separaban las mieles del azúcar cristalizado. Las primeras centrífugas eran manuales, pero con el tiempo fueron sustituidas por turbinas automáticas de descarga inferior, accionadas eléctricamente. Una vez separado, el azúcar pasaba a una zona de secado y molido, tras lo cual era almacenado o enviado directamente al envasado.

#### **5. Reutilización de subproductos**

Las mieles residuales, aún ricas en sacarosa, se reutilizaban en nuevas cristalizaciones para obtener azúcares de menor calidad. Las últimas fracciones, que ya no cristalizaban, eran derivadas a la destilería anexa para la producción de alcoholes, ampliando así el aprovechamiento de la caña.

#### **6. Laboratorios y control de calidad**

Una parte importante del proceso era el análisis del contenido en sacarosa de cada remesa de caña. Para ello, la fábrica contaba con laboratorios donde se determinaba la “riqueza” del producto, base para calcular el precio a pagar a los agricultores. Además, se controlaba la calidad del azúcar elaborado, mediante polarímetros, hornos y otros instrumentos científicos conservados hoy como parte del patrimonio industrial del complejo [33].

Toda la cadena de producción estaba interconectada de manera que, en caso de fallos en componentes como bombas o poleas, el taller mecánico intervenía de inmediato para evitar la interrupción del proceso.

### **La fábrica durante la Guerra Civil y el franquismo**

Durante la Guerra Civil española (1936–1939) la Fábrica de Nuestra Señora del Pilar jugó un papel estratégico dada su relevancia industrial y energética para la economía local. Aunque los documentos disponibles no detallan ampliamente los ataques, se constata que la planta sufrió bombardeos que obligaron a efectuar reparaciones estructurales y a sustituir parte de su maquinaria original. Tras el conflicto, durante la década de 1940 se iniciaron importantes labores de adecuación y recuperación de las instalaciones, que incluyeron la sustitución de cubiertas de teja por planchas metálicas onduladas, la construcción de nuevos espacios para laboratorios, oficinas y almacenes, y la incorporación de equipamiento procedente de otras factorías clausuradas por la Sociedad General Azucarera de España. Este proceso de “reciclaje industrial” resultó característico en la posguerra, cuando la escasez de recursos hacía más viable la reutilización de infraestructuras existentes en lugar de nuevas inversiones [27].

Con la consolidación del régimen franquista, la fábrica se adaptó a las exigencias del nuevo contexto productivo y a los planes estatales de autosuficiencia económica, integrando

maquinaria más eficiente (como evaporadores, tachas y turbinas de origen belga y alemán) que permitió mantener e incluso aumentar la capacidad productiva pese a las limitaciones económicas.

Uno de los episodios más representativos de este periodo fue la participación de la fábrica en la Feria del Campo de Madrid de 1953, cuando la Sociedad General Azucarera de España presentó una maqueta funcional a escala que reproducía el proceso completo de transformación de la caña en azúcar. Dicha maqueta, conservada en las instalaciones del complejo, reflejó el valor técnico y el carácter ejemplar del recinto, consolidando su posición como modelo del sistema azucarero español (véanse Figuras 17 y 18) [27].



Figura 18. Poster Feria del Campo Madrid [34]



Figura 19. Maqueta técnica de la Fábrica del Pilar (1952), realizada por la Escuela de Artes y Oficios de Motril para la Feria del Campo de Madrid [35]

### Cierre y abandono

Tras más de un siglo de actividad, la Fábrica de Nuestra Señora del Pilar cesó definitivamente sus operaciones en 1984, poniendo fin a 102 años de funcionamiento casi ininterrumpido. Este cierre marcó el término de un ciclo productivo estrechamente vinculado a la historia económica y social de Motril y a la evolución del cultivo de la caña en la Vega del Guadalfeo. La discontinuación de la actividad se debió, principalmente, a la pérdida de rentabilidad del modelo cañero-industrial tradicional, agravada por la disminución de la producción local y el desajuste entre los elevados costes operativos y los precios del azúcar en el mercado nacional e internacional. La asamblea general extraordinaria, celebrada el 26 de septiembre de 1984, aprobó formalmente la paralización de la producción, estableciendo medidas como la jubilación anticipada o el traslado de la plantilla, en un contexto, que como refleja la Figura 19, evidenciaba ya el progresivo deterioro del recinto.

#### 4. Fábrica Azucarera Nuestra Señora del Pilar



Figura 20. Estado de abandono de la Fábrica del Pilar tras su cierre en 1984 [29]

A partir de entonces, la fábrica quedó en un estado de abandono y sin un uso definido, lo que motivó el desmantelamiento paulatino de diversas instalaciones, incluida la retirada de parte de la maquinaria histórica hasta ese momento preservada. Esta situación generó una importante alarma social e institucional, especialmente entre los colectivos dedicados a la salvaguarda del patrimonio industrial, entre los que destacó la figura de Miguel Giménez Yanguas, recientemente fallecido, profesor de la Universidad de Granada y referente en la defensa del legado azucarero andaluz. Su labor incansable permitió rescatar numerosas piezas que, de no ser por su intervención, habrían acabado en la chatarra, contribuyendo así a preservar la memoria técnica e histórica de la Vega de Granada [36].

En respuesta, en 1991 la Dirección General de Bienes Culturales de la Junta de Andalucía emitió una resolución para incoar el expediente de declaración de Bien de Interés Cultural (BIC) con categoría de monumento, con el objetivo de frenar el proceso de deterioro y evitar el traslado de elementos valiosos. Dos años más tarde se inició, además, el procedimiento de inscripción de la maquinaria retirada en el Catálogo General del Patrimonio Histórico Andaluz, reconociendo su excepcional valor para la historia de la tecnología industrial en España.

Durante este periodo se alertó sobre el grave riesgo de desaparición de este patrimonio, subrayándose la singularidad de la fábrica del Pilar en el panorama industrial europeo, gracias a su notable estado de conservación, la abundancia de maquinaria original y la integridad del conjunto, elementos clave para la interpretación de la historia industrial andaluza. No obstante, el prolongado desuso y la falta de intervenciones efectivas favorecieron la degradación progresiva del complejo, siendo algunos espacios ocupados esporádicamente o afectados por el vandalismo, y parte del barrio obrero fue demolido en un intento por controlar el deterioro y evitar ocupaciones informales. La ausencia de una dirección política clara para el conjunto dificultó aún más su conservación, hasta que, en años posteriores, se iniciaron procesos de recuperación acompañados de planes de protección, inventarios y propuestas museológicas [37].

### Recuperación patrimonial y musealización

Tras el cierre en 1984 y años de abandono, en 1997 la cesión al Ayuntamiento de Motril permitió iniciar labores de limpieza y consolidación. Se rehabilitaron espacios como la nave del tren de molinos y la casa señorial, hoy integrados en el proyecto museístico.

En 2015 se aprobó el Plan Director del Museo Industrial del Azúcar, concebido como hoja de ruta para la musealización progresiva del conjunto. Este plan establece acciones para la recuperación integral de espacios, la restauración de la maquinaria, la digitalización del patrimonio técnico y la creación de itinerarios expositivos y educativos, con el objetivo de transformar la antigua fábrica en un museo vivo del proceso azucarero que combine la conservación de elementos originales con la participación ciudadana y la promoción turística. La implicación institucional en este proceso ha quedado reflejada en iniciativas como 'Abierto por obras' promovida por el ayuntamiento de Motril (véase Figura 20).



Figura 21. Parte de la corporación municipal del Ayuntamiento de Motril. Iniciativa de 'Abierto por obras' [38]

Desde 2023, se ha dado inicio a la apertura parcial del recinto, permitiendo que la nave del tren de molinos reciba al público a través de visitas guiadas, talleres y eventos culturales. Estas iniciativas (véase Figura 21) contribuyen a fortalecer el vínculo entre la comunidad y su patrimonio industrial, orientándose hacia un uso cultural y educativo sostenible, en consonancia con las recomendaciones nacionales e internacionales para la preservación del patrimonio [39].



Figura 22. Zona del proyecto museístico "abierto por obras" [40]

### **Un espacio con futuro**

La Fábrica de Nuestra Señora del Pilar no solo es un testimonio del pasado industrial de Motril, sino también un recurso estratégico para su futuro. Su buen estado de conservación y la singularidad de su maquinaria la convierten en un enclave único para el desarrollo de proyectos culturales, educativos y turísticos.

Desde la aprobación del Plan Director en 2015, se han dado pasos importantes como la apertura parcial de la nave del tren de molinos (2023) o la rehabilitación de la casa del ingeniero. En 2025, la inauguración de la primera fase del Museo Industrial del Azúcar y la firma de un convenio con TICCIH han reforzado su proyección nacional e internacional. [41]

El Ayuntamiento ha solicitado una nueva convocatoria de Fondos Europeos por valor de 13 millones de euros, destinados a la restauración de la nave de fabricación, la Casa de la Marquesa y la mejora del entorno exterior. El objetivo es consolidar el complejo como un espacio cultural abierto, sostenible y participativo, integrado en redes de patrimonio industrial y con vocación de futuro. [39]

# Capítulo 5

## Análisis taller mecánico

## 5. Análisis taller mecánico

El análisis del taller mecánico que se desarrolla a continuación se basa en una combinación de fuentes documentales, observación directa y trabajo de campo. Durante el proceso de investigación, se realizaron tres visitas al recinto, centradas en el estudio del taller mecánico. Estas visitas permitieron documentar su estado de conservación, los cambios recientes en su acondicionamiento y su potencial patrimonial.

Como parte de este trabajo, se llevó a cabo una entrevista con José, antiguo trabajador de la Fábrica del Pilar, quien accedió a compartir su testimonio durante una visita al recinto. Ingresó en el taller con tan solo 14 años y trabajo allí hasta poco después del cierre de la fábrica, lo que le permitió acumular un profundo conocimiento del funcionamiento técnico y humano del complejo. Su relato ofrece una visión cercana y personal que contribuye a comprender en profundidad el funcionamiento y significado del taller dentro del conjunto fabril.

Además, este trabajo ha contado con el acompañamiento de Alberto, responsable del proyecto de musealización quien facilitó el acceso a las instalaciones del taller y ofreció valiosa información sobre su estado actual y su proceso de recuperación.

Finalmente, se consultó el archivo de la propia Fábrica del Pilar. Aunque algunos documentos contenían planos e información técnica sobre maquinaria, la búsqueda resultó compleja debido al volumen y dispersión de los documentos conservados. No se localizaron materiales directamente vinculados al taller mecánico ni al periodo específico analizado, lo que limitó su utilidad para este estudio.

### 5.1. Función estratégica del taller mecánico

Entre los espacios productivos más significativos del conjunto fabril de Nuestra Señora del Pilar, el taller mecánico ocupó una posición estratégica tanto desde el punto de vista técnico como organizativo. Ubicado en una nave anexa al eje de producción, visible en la parte derecha de la imagen siguiente, fue concebido como un espacio autónomo y polivalente, capaz de dar respuesta inmediata a cualquier incidencia mecánica que pudiera surgir en el desarrollo del proceso azucarero.



*Figura 23. Ubicación del taller mecánico anexo al eje de producción del complejo fabril*

A diferencia de otros complejos en los que las labores de mantenimiento o reparación se subcontrataban, la fábrica del Pilar desarrolló un sistema de autosuficiencia técnica. Este modelo se basaba en tres pilares fundamentales: el dominio de los oficios mecánicos por parte de la plantilla, la versatilidad de sus infraestructuras y la disponibilidad de una maquinaria robusta, en su mayoría fabricada entre finales del siglo XIX y las primeras décadas del XX. Según José, “todo lo hacíamos nosotros: desde ejes de turbinas hasta bridas de grandes tubos; aquí no se encargaba nada fuera porque no hacía falta”.

El taller contaba con tres tornos industriales (dos de transmisión por correas y uno eléctrico), dos taladradoras, dos cepilladoras, una amoladora, además de bancos de trabajo y zonas auxiliares. Estas máquinas estaban conectadas mediante un sistema de transmisión por poleas accionado por un único motor eléctrico que distribuía el movimiento a través de un eje principal longitudinal ubicado bajo el suelo. Este sistema permitía el accionamiento simultáneo de varias máquinas sin necesidad de motor individual, lo que facilitaba un uso más eficiente de la energía y dotaba al espacio de una gran coherencia técnica.

Más allá de su equipamiento, lo que definió al taller fue su papel formativo dentro de la organización. El reglamento interno establecía que todo nuevo operario debía pasar los primeros años en el taller (generalmente cuatro), donde se familiarizaba con el funcionamiento de la maquinaria, las técnicas de mecanizado, los materiales y los sistemas de mantenimiento. Posteriormente, esos mismos trabajadores eran enviados a otros departamentos (molinos, turbinas, centrífugas...) donde aplicaban y ampliaban esos conocimientos. Este sistema rotativo garantizaba una plantilla técnicamente preparada y capaz de intervenir en casi cualquier punto de la cadena de producción.

Durante la campaña de caña, cuando el ritmo de producción alcanzaba su máximo, el taller se convertía en un espacio de intervención constante. Los trabajadores de “mecánica de recorrido” patrullaban la fábrica para detectar fallos, y, cuando se identificaba una avería, se fabricaban de forma inmediata las piezas necesarias. El objetivo era reducir al mínimo cualquier parada del sistema productivo, ya que una hora detenida podía suponer pérdidas

económicas considerables. En algunos casos, se movilizaba al personal fuera del turno habitual, como sucedía con los torneros, que debían acudir de madrugada ante averías urgentes.

Desde el punto de vista patrimonial, el taller mecánico conserva un alto grado de autenticidad: las máquinas permanecen en su ubicación original, el sistema de transmisión está parcialmente visible y muchos elementos accesorios (piñones, soportes, herramientas manuales, armarios personales) aún pueden identificarse. Además, la memoria oral recogida de antiguos trabajadores aporta una dimensión intangible de enorme valor, vinculada a los saberes del trabajo, a la cultura de la transmisión intergeneracional y al sentimiento de pertenencia: “Aquí éramos como una gran familia”.

Por todo ello, el taller no puede entenderse únicamente como una sala de máquinas: es un testimonio material del modelo industrial basado en la formación interna, la pericia técnica y el trabajo colectivo. En su recuperación reside la oportunidad de explicar, no solo cómo funcionaba la industria azucarera, sino cómo se vivía y se pensaba el trabajo desde una lógica profundamente artesanal e ingenieril.

### 5.2. Plano de ubicación en la Fábrica

El taller mecánico se ubica en una nave rectangular adosada al lateral oriental del complejo fabril, junto a la línea principal de producción. Su estructura responde a una lógica funcional: planta simple, cubierta a dos aguas con paneles de uralita sostenidos por cerchas metálicas, y muros de fábrica tradicional. Aunque no se dispone de medidas oficiales, su superficie es considerable y permite albergar varias máquinas-herramienta de gran formato.

Originalmente, el taller no era un espacio completamente diáfano. Según el testimonio de José, existía una oficina técnica o “cuarto mecánico” separada por un tabique, donde se diseñaban piezas y se organizaban las tareas (véase Figura 23), que muestra el estado del espacio en torno al momento del cierre.



*Figura 24. Estado del taller mecánico en torno al momento del cierre de la fábrica, imagen cedida por Alberto*

Además, el taller formaba parte de un conjunto mayor compuesto por dos naves gemelas, una destinada a trabajos de carpintería y otra a trabajos metálicos. Con el paso del tiempo, solo se conservó la nave del taller mecánico, que fue cerrada parcialmente con muros

interiores y utilizada como espacio de mantenimiento hasta el cierre de la fábrica (véase Figura 24), único vestigio conservado de las dos naves originales.



*Figura 25. Vista de las dos naves gemelas, imagen cedida por Alberto*

En sus primeras décadas, el taller funcionaba con energía eléctrica generada por una máquina de vapor acoplada a un alternador, ubicada en una sala contigua. Esta electricidad alimentaba el motor principal del taller, que a su vez distribuía el movimiento a través de un sistema de transmisión por correas y poleas conectado a un eje longitudinal.

Durante el proceso de investigación se realizaron tres visitas al taller mecánico de la Fábrica de Nuestra Señora del Pilar. Estas visitas permitieron documentar de forma directa la transformación progresiva del espacio y evaluar las actuaciones llevadas a cabo para su limpieza, organización y adecuación. A través de la observación in situ y del análisis de fotografías históricas, ha sido posible comparar el estado actual del taller con su configuración anterior, tanto en su uso fabril como en las primeras fases de abandono. Esta comparación visual y técnica permite comprender mejor los cambios sufridos por el espacio, desde su compartimentación original hasta su apertura y reordenación reciente. La imagen que se presenta a continuación muestra la fachada del taller, tal y como se conserva en la actualidad, y sirve como punto de partida para el análisis detallado del espacio interior y su evolución.



*Figura 26. Fachada actual del taller mecánico*

## 5. Análisis taller mecánico

La primera visita, realizada el 18 de noviembre de 2024, permitió observar un taller en desuso, pero que conservaba un notable grado de autenticidad. El espacio se encontraba completamente abierto, sin tabiques ni divisiones interiores, lo que facilitaba una visión longitudinal del conjunto. Sin embargo, su estado general evidenciaba abandono: había vegetación creciendo entre las juntas del suelo, acumulación de suciedad, restos materiales dispersos y maquinaria cubierta en parte por objetos ajenos al taller. El equipamiento se encontraba desorganizado, lo que dificultaba la identificación de la disposición técnica original y rompía la coherencia funcional del conjunto. Alguna máquina había sido desplazada de su ubicación operativa y no seguían un orden lógico. Además, el espacio carecía de señalización, protecciones o límites definidos, lo que indicaba que, hasta ese momento, no se habían llevado a cabo intervenciones orientadas a su conservación o puesta en valor como patrimonio industrial.



Figura 27. Vegetación



Figura 28. Maquinaria cubierta por objetos ajenos



Figura 29. Perfiles metálicos acumulados



Figura 30. Vista general

La segunda visita tuvo lugar el 6 de febrero de 2025. En esta ocasión, el taller mostraba signos claros de intervención inicial. Se había efectuado una limpieza parcial del espacio, con retirada de residuos impropios y un acondicionamiento básico del suelo. También se habían reubicado

## 5. Análisis taller mecánico

algunas máquinas y despejado los pasillos, lo que permitía circular con mayor seguridad. Uno de los cambios más visibles fue la instalación de vallas de protección en torno al eje de transmisión situado bajo el nivel del suelo. Esta acción no solo mejoró la seguridad del espacio, sino que también facilitó su interpretación técnica, al permitir la observación directa del sistema de transmisión por correas.

Durante esta misma visita se constató el traslado de una taladradora de columna al taller mecánico, procedente de otra zona del complejo, con la intención de devolverla a su ubicación original. También se aprovechó esta ocasión para realizar una entrevista a un antiguo trabajador de la fábrica. Su testimonio resultó fundamental para conocer de primera mano la historia del espacio, las dinámicas de trabajo, la distribución original del equipamiento y el funcionamiento de algunas máquinas. Gracias a esta conversación se pudieron confirmar observaciones hechas durante las visitas y recoger detalles que no aparecen en la documentación técnica o gráfica existente.



*Figura 31. Vallas de protección puestas*



*Figura 32. Espacios más limpios*



*Figura 33. Vista general del espacio*



*Figura 34. Maquinaria reubicada*

La tercera visita, realizada el 8 de abril de 2025, permitió comprobar los avances más recientes en la adecuación del taller mecánico. El espacio presentaba un aspecto mucho más ordenado y accesible respecto a ocasiones anteriores. Las tareas de limpieza se habían completado y los suelos estaban despejados, lo que facilitaba el recorrido y la observación detallada del conjunto.

Las máquinas principales (tornos, taladradoras, cepilladoras y la amoladora) se encontraban dispuestas de forma clara y coherente a ambos lados del eje central de transmisión,

respetando una lógica operativa próxima a la original. Los pasillos laterales y las zonas de trabajo estaban completamente libres de obstáculos, lo que permitía una mejor comprensión del funcionamiento interno del taller. El eje de transmisión, situado bajo el nivel del suelo y eje vertebrador del sistema mecánico, era ahora visible desde distintos puntos, protegido por registros metálicos que delimitaban su trazado de forma segura.

A pesar de que aún no se han llevado a cabo tareas de restauración ni se ha implementado señalización patrimonial, el estado que presentaba el espacio en esta última visita ofrece unas condiciones adecuadas tanto para el análisis técnico del conjunto como para su futura interpretación en clave museográfica. Cabe señalar que la sierra de cinta incorporada desde el antiguo taller de carpintería se mantenía presente en una de las esquinas, aunque no formaba parte del equipamiento original de este espacio.



*Figura 35. Vista general, mejora del espacio*

En conjunto, el seguimiento realizado a través de estas tres visitas ha permitido observar con detalle la evolución del taller mecánico y documentar el proceso de recuperación del espacio, desde su estado inicial hasta su acondicionamiento actual. Esta secuencia de observación directa, complementada con fuentes testimoniales y documentación gráfica, ha resultado esencial para comprender la estructura funcional del taller, su lógica operativa, la disposición del equipamiento y el papel que desempeñó como centro técnico de la fábrica.

A continuación, se incluye un plano esquemático realizado en AutoCAD que refleja la disposición actual del espacio. En él se distinguen, en negro, las máquinas principales; en rosa, las bancadas de trabajo; en azul, el sistema Line Shift del eje principal, así como su recorrido a nivel del suelo junto a cada máquina; y en marrón, los elementos de mobiliario y almacenamiento. Esta representación gráfica muestra con claridad el estado presente del taller y su funcionamiento operativo.

## 5. Análisis taller mecánico

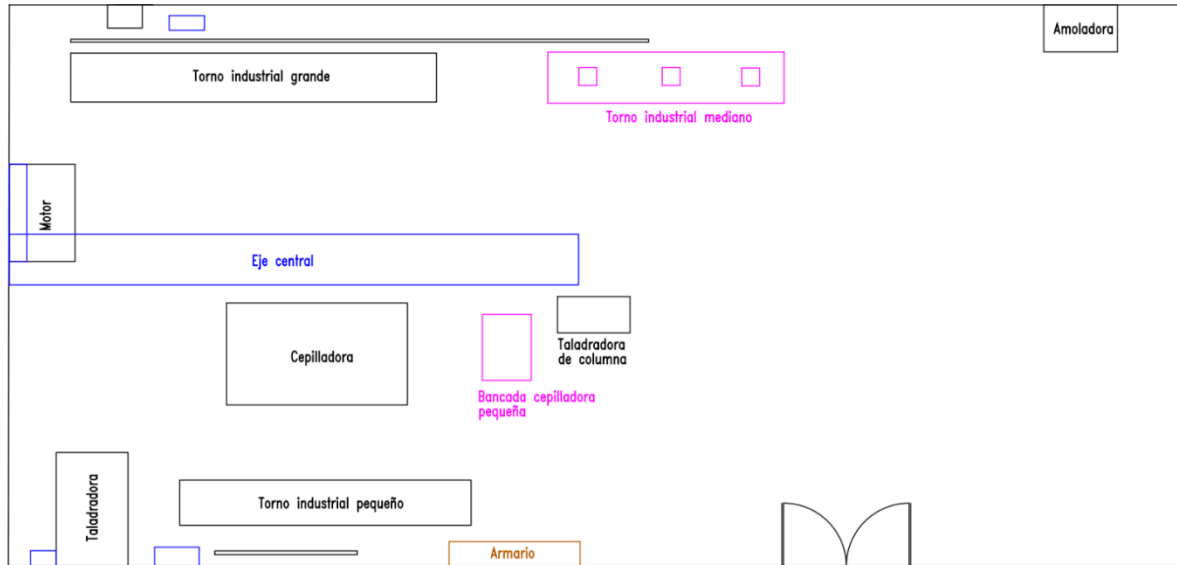


Figura 36. Plano taller

### 5.3. Sistema de transmisión

El taller mecánico de la Fábrica de Nuestra Señora del Pilar funcionó durante décadas mediante un sistema de transmisión por correas, basado en un eje longitudinal (line shaft) que distribuía el movimiento a todas las máquinas desde un único punto motriz. Este sistema, ampliamente implantado en talleres industriales europeos desde finales del siglo XIX, permitía accionar simultáneamente tornos, taladradoras, cepilladoras y amoladoras sin necesidad de motores individuales, lo que reducía el consumo energético y simplificaba el mantenimiento general del conjunto.

En sus primeras décadas, la energía que alimentaba este sistema procedía de una máquina de vapor, ubicada en una sala contigua. El vapor generaba electricidad mediante un alternador, y esta se utilizaba para accionar el motor eléctrico principal del taller. Esta combinación de tecnologías, vapor para generación y electricidad para transmisión fue habitual en fábricas de transición tecnológica, especialmente en entornos donde aún no existía una red eléctrica estable. En el caso de Motril, la luz eléctrica se introdujo en 1897, lo que permite situar la electrificación del taller en una fase temprana del siglo XX [42].

El motor eléctrico trifásico, instalado en el extremo occidental del taller, estaba acoplado a una polea motriz que transmitía el movimiento mediante una correa plana de cuero al eje longitudinal empotrado bajo el suelo.

## 5. Análisis taller mecánico



Figura 37. Vista completa motor eléctrico

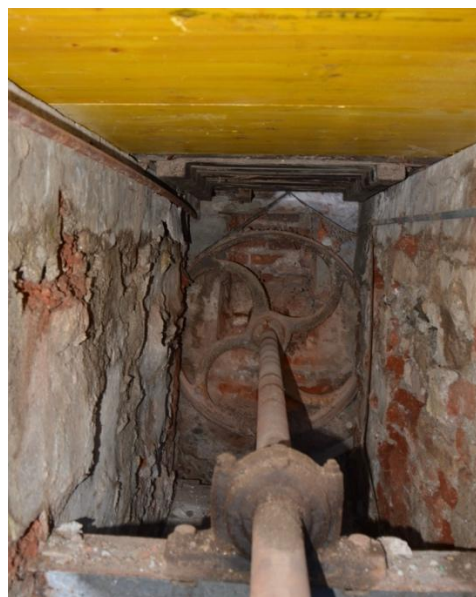


Figura 38. Polea bajo suelo

Aunque no se conserva la placa técnica completa, se ha identificado parcialmente como un modelo de la empresa suiza Oerlikon, fundada en 1907. Por tanto, el motor debió incorporarse al taller a partir de esa fecha.



Figura 39. Motor eléctrico



Figura 40. Placa motor eléctrico

El eje principal recorría toda la nave y transmitía el giro a través de poleas de distintos diámetros conectadas a cada máquina. Sobre él se disponían soportes con cojinetes lubricados cada dos o tres metros para evitar la flexión. Desde este eje partían pequeños ejes secundarios (countershafts) que, mediante correas adicionales, conectaban con las poleas de cada equipo. La transmisión se basaba en la fricción entre correa y polea; por ello, las poleas presentaban un leve abombamiento central (crowned pulley) que ayudaba a centrar la correa incluso en caso de desalineación.

## 5. Análisis taller mecánico



*Figura 41. Eje principal*



*Figura 42. Conexión entre ejes mediante correas*

Cada máquina podía activarse o detenerse de forma independiente mediante un sistema de doble polea: una “polea rápida”, solidaria al eje, y una “polea loca” adyacente. El operario desplazaba la correa entre ambas mediante una horquilla metálica. En el caso del torno grande y algunas taladradoras, se añadía un cono escalonado de poleas que permitía modificar la velocidad de giro. Para invertir el sentido de rotación, se entrecruzaba la correa en forma de “X”, una maniobra que requería cierta destreza.



*Figura 43. Cono escalonado taladradora*

El mantenimiento cotidiano del sistema incluía el engrase de cojinetes, la revisión de tensores contrapesados y el cuidado de las correas. Estas, fabricadas inicialmente en cuero curtido y más tarde en algodón engomado, se mantenían flexibles mediante aceite de ricino. Cuando aparecían desgarros, los propios operarios realizaban un cosido en zigzag como reparación

temporal. El desgaste más habitual procedía de la abrasión causada por el polvo de caña y las partículas metálicas en suspensión.

Desde el punto de vista de la seguridad, el sistema presentaba múltiples puntos de atrapamiento entre correas, poleas y contrapesos. Hasta principios de la década de 1970, el taller operó con las correas completamente expuestas. Las protecciones se añadieron tras varios accidentes menores registrados en los partes internos de la fábrica. Actualmente, parte de estas protecciones metálicas se conservan instaladas junto al foso del eje central.

La progresiva obsolescencia del sistema comenzó en los años cincuenta, cuando se incorporó un torno moderno con motor individual. Aunque se llegó a plantear la electrificación completa del taller, la inversión nunca se llevó a cabo, por lo que el eje longitudinal continuó en funcionamiento hasta el cierre definitivo de la fábrica en 1984. Esta pervivencia convierte al taller en un ejemplo excepcional de tecnología de transmisión mecánica hoy prácticamente desaparecida. Su conservación integral permite no solo su estudio técnico, sino también su posible activación a baja velocidad con fines didácticos, permitiendo al visitante observar el movimiento rítmico de correas y poleas que, durante décadas, marcó el pulso de la producción azucarera.

### 5.4. Identificación y descripción de máquinas herramientas del taller

El taller mecánico albergaba un conjunto diverso de máquinas empleadas en las tareas de mantenimiento y reparación de los equipos de la fábrica. A continuación, se presenta un inventario descriptivo de cada una de ellas, con información técnica básica y contextual vinculada a su uso dentro del complejo industrial.

#### 5.4.1. Amoladora

La amoladora de pedestal, también conocida como esmeriladora o piedra esmeril; en inglés pedestal grinder, es una herramienta fija diseñada para trabajos de afilado, desbaste y limpieza de piezas metálicas. A diferencia de las amoladoras de banco, que se montan sobre mesas de trabajo, este modelo incorpora un pedestal de fundición que se atornilla directamente al suelo, lo que le proporciona mayor estabilidad y permite afrontar tareas más exigentes [43].

La unidad observada en el taller presenta una configuración robusta y funcional. En uno de los extremos del eje se encuentra montada una piedra abrasiva de grano medio, mientras que el otro extremo aloja el motor eléctrico, integrado en la carcasa metálica.

## 5. Análisis taller mecánico



Figura 44. Amoladora perfil izquierdo

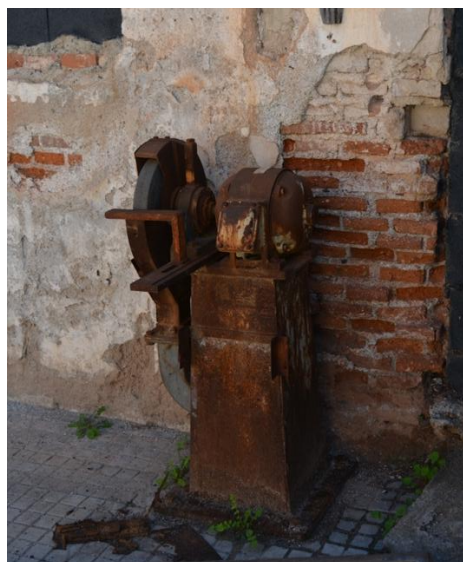


Figura 45. Amoladora perfil derecho

Esta disposición confirma que se trata de un modelo electrificado desde su origen o adaptado tempranamente, sin transmisión por correa. La presencia de una placa metálica en el cuerpo del motor indica que se trata de un equipo industrial fabricado por una empresa especializada, aunque no se ha podido identificar con certeza la marca ni la fecha exacta de fabricación.



Figura 46. Placa amoladora

El cuerpo de la máquina está construido en fundición y presenta un diseño robusto, típico de los modelos industriales fabricados entre las décadas de 1930 y 1960. Aunque no se conserva la placa del fabricante, su morfología coincide con las amoladoras electrificadas de mediados del siglo XX, cuando comenzaron a sustituirse los modelos accionados por correa por unidades con motor integrado [44]. A continuación, se muestran ejemplos de amoladoras industriales de la época, cuyas características formales y técnicas guardan similitudes con la unidad conservada en el taller.

## 5. Análisis taller mecánico



Figura 47. Amoladora industrial 1966 [45]

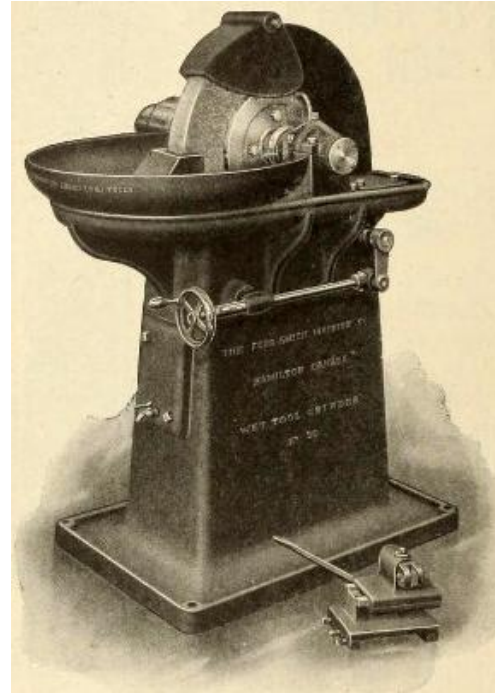


Figura 48. Amoladora industrial 1913 [46]

En este caso, el motor se encuentra alojado en el interior del pedestal y transmite el giro directamente al eje de la piedra mediante acoplamiento rígido.



Figura 49. Amoladora de cerca

El funcionamiento se basa en el contacto controlado entre la herramienta y la superficie de la muela abrasiva. El operario apoya la pieza sobre un soporte metálico regulable (reposamanos) y la acerca al plano tangente de la piedra. Este procedimiento permite afilar brocas, buriles, cuchillas o eliminar rebabas y óxido de piezas mecanizadas. La velocidad de giro suele situarse entre 1500 y 1800 rev/min, adecuada para trabajos de precisión sin sobrecalentar el material.

En cuanto al mantenimiento, las tareas básicas incluyen la inspección visual de la piedra antes de cada uso, el dressado periódico con diamante para mantener su superficie plana, el ajuste

del reposamanos a una distancia máxima de 3 mm y la verificación del resguardo superior, que no debe quedar a más de 6 mm de la muela. También se recomienda el equilibrado estático tras cada cambio de piedra y la lubricación periódica de los cojinetes del motor.

Aunque actualmente se encuentra instalada en una esquina del taller, el testimonio de un antiguo trabajador indica que esta no era su ubicación original. Es probable que, en su momento, estuviera situada más cerca de la línea de tornos, para facilitar el afilado de buriles sin interrumpir el proceso de mecanizado. Su conservación, aunque parcial, permite ilustrar el tipo de equipamiento auxiliar que daba soporte a las tareas de mantenimiento interno de la fábrica.

### 5.4.2. Torno industrial grande

El torno grande del taller mecánico es una máquina-herramienta de tipo paralelo, diseñada para mecanizar piezas metálicas mediante operaciones de torneado, refrentado, roscado o cilindrado. Este tipo de torno se caracteriza por tener una bancada horizontal sobre la que se desplaza un carro portaherramientas, paralelo al eje de rotación de la pieza. La pieza se fija entre puntos o mediante un plato de garras, y gira mientras la herramienta avanza de forma controlada, eliminando material en forma de viruta. Su versatilidad y precisión lo convierten en una herramienta esencial en cualquier taller de mantenimiento o fabricación mecánica [47].



*Figura 50. Torno grande industrial*

Aunque el torno del taller no conserva placa identificativa, su diseño estructural (bancada ancha, carro longitudinal robusto, contrapunto desplazable y embrague de palanca) responde a la tipología de los tornos paralelos universales desarrollados desde finales del siglo XIX. Este tipo de máquinas-herramienta se mantuvo prácticamente inalterado en su configuración mecánica durante décadas, independientemente de si eran accionadas por una máquina de vapor, un sistema de poleas o un motor eléctrico. Por tanto, el hecho de que el torno del taller haya funcionado en distintas fases con energía procedente del eje de transmisión o mediante motor autónomo no afecta a su datación estructural. A falta de documentación técnica, su

## 5. Análisis taller mecánico

cronología se establece por comparación formal con otros tornos industriales conservados, cuyas imágenes se presentan a continuación. Por sus características, es razonable situarlo entre 1890 y 1920, coincidiendo con el periodo en que este tipo de tornos se consolidó como equipamiento estándar en talleres de mantenimiento y fábricas de mediana escala.



*Figura 51. Torno industrial 1881 [48]*



*Figura 52. Torno industrial 1901 [49]*

El torno del taller destaca por su gran tamaño y por contar con una grúa giratoria montada sobre la bancada, un elemento poco habitual que permitía elevar y posicionar piezas pesadas directamente sobre el plato. Esta grúa, mencionada en el testimonio recogido durante la segunda visita, refuerza la idea de que el torno estaba destinado a mecanizados de gran volumen, como ejes principales, bridas de conexión o cojinetes metálicos. Su ubicación en el extremo opuesto al eje de transmisión principal sugiere que ocupaba un lugar estratégico dentro del flujo de trabajo del taller.

## 5. Análisis taller mecánico



*Figura 53. Mecanismo grúa*



*Figura 54. Perfil mecánico grúa*

En cuanto a su funcionamiento, el torno permitía fijar la pieza entre puntos o mediante un plato de tres mordazas. La herramienta de corte se colocaba en el portaherramientas del carro y se desplazaba longitudinal o transversalmente para realizar las operaciones deseadas. El husillo principal giraba a distintas velocidades, reguladas mediante un sistema de poleas escalonadas o una caja de engranajes, lo que permitía adaptar el corte al tipo de material y a la precisión requerida. El carro contaba con volantines de avance rápido y de precisión, lo que facilitaba cortes finos con tolerancias de décimas de milímetro.

El mantenimiento ordinario del torno incluía la lubricación de guías, husillos y rodamientos con aceite de máquina, la limpieza diaria de virutas para evitar acumulaciones abrasivas, la revisión de correas y poleas si seguía conectado al eje de línea, y la calibración periódica de los engranajes de roscado. En trabajos exigentes, se empleaban lubricantes específicos y se verificaba el paralelismo de la bancada con reglas de precisión o comparadores mecánicos [50].

El torno recibía el movimiento a través de un eje secundario suspendido, dispuesto en paralelo a la máquina, que se conectaba mediante poleas y correas planas al eje principal del taller. Esta configuración permitía transferir la energía de forma eficiente sin necesidad de modificar la estructura del torno, y era habitual en talleres donde varias máquinas compartían una única fuente motriz.

## 5. Análisis taller mecánico



*Figura 55. Conexión eje principal*



*Figura 56. Eje secundario*



*Figura 57. Sistema de poleas, cambio de velocidades*

### 5.4.3. Torno industrial pequeño

El torno pequeño situado en el lateral oriental del taller es una máquina-herramienta del tipo paralelo, utilizada para mecanizar piezas metálicas mediante operaciones como el torneado, roscado o refrentado. Este tipo de torno se emplea sujetando la pieza entre puntos o en un plato giratorio, mientras una herramienta de corte avanza manualmente sobre un carro dispuesto en paralelo al eje de giro. Aunque de menor tamaño que el torno industrial grande, su principio de funcionamiento es el mismo, siendo una herramienta esencial en cualquier entorno de mantenimiento mecánico [51].

## 5. Análisis taller mecánico



Figura 58. Torno industrial pequeño



Figura 59. Placa fabricante

Este torno conserva una placa grabada con el nombre “G. Munaut, Liège, Belgique”. Si bien no se han encontrado referencias recientes sobre este fabricante en registros industriales, su diseño coincide con los tornos de banco manuales producidos en Europa entre las décadas de 1860 y 1880.



Figura 61. Torno industrial 1896 [52]

El bastidor de hierro fundido, los mandos manuales, el carro compuesto y la ausencia de motor propio remiten claramente a modelos anteriores a la electrificación. Dado que en Motril la electrificación general se produjo hacia 1897, es probable que esta máquina ya se encontrara en servicio en el taller desde finales del siglo XIX, y que fuera adaptada más tarde al sistema de transmisión mecánica implementado en la fábrica.

En cuanto a su funcionamiento, el torno permitía mecanizar piezas pequeñas o medianas sujetas entre centros o mediante plato. El avance de la herramienta se realizaba manualmente, lo que exigía cierta destreza por parte del operario. Este torno era

## 5. Análisis taller mecánico

especialmente adecuado para tareas repetitivas de ajuste, acabado o corte de elementos como cojinetes, casquillos, ejes secundarios y bridas metálicas. Su tamaño compacto permitía colocarlo cerca de otras máquinas, como la taladradora de columna, facilitando secuencias de trabajo encadenadas sin desplazamientos innecesarios dentro del taller.

El mantenimiento habitual consistía en la limpieza diaria de virutas, el engrase de guías, husillos y cojinetes, así como la revisión de tornillos de avance y ejes de transmisión. Aunque su estructura era sencilla, permitía alcanzar tolerancias aceptables para tareas de precisión media, y su robustez garantizaba una larga vida útil incluso con un uso intensivo [50].

El movimiento llegaba al torno a través de una polea lateral conectada mediante correa plana a un eje secundario suspendido, derivado directamente del eje de transmisión principal. Este eje secundario era compartido también por la taladradora de columna situada junto a él, lo que permitía alimentar ambas máquinas de forma coordinada desde un único punto motriz. Este tipo de disposición era habitual en talleres industriales donde no todos los equipos disponían de motor propio, y garantizaba una transmisión eficiente sin alterar la estructura original de las máquinas ni comprometer su estabilidad.



*Figura 62. Eje secundario*



*Figura 63. Sistema de transmisión*



Figura 64. Sistema de poleas, cambio de velocidades

#### 5.4.4. Cepilladora

La cepilladora metálica del taller es una máquina-herramienta de gran tamaño, diseñada para mecanizar superficies planas con precisión y cortar ranuras de forma eficiente. A diferencia de otras herramientas de arranque de viruta, en este caso es la pieza de trabajo la que se desplaza sobre una mesa móvil, mientras que la herramienta de corte permanece fija en el carnero. Este movimiento lineal permite obtener superficies uniformes y paralelas, lo que resulta esencial para operaciones como el rectificado de apoyos de cojinetes, la preparación de bridas de gran diámetro o la apertura de cajas longitudinales en bloques de fundición [53].



Figura 65. Cepilladora vista delantera



Figura 66. Cepilladora vista trasera

En el lateral del chasis aparece en relieve el nombre HURÉ, lo que vincula la máquina con la empresa fundada por Pierre Philippe Huré en Estrasburgo en 1873, bajo la razón social Etablissements P. Huré. A lo largo del siglo XX, la firma adoptó distintas denominaciones como Sociéte Léon Huré y, según documentación corporativa y catálogos históricos, continuó fabricando grandes máquinas-herramienta hasta integrarse en la actual Huron Graffenstaden. Aunque algunas fuentes sitúan el origen de Huron en 1857, todo indica que esa fecha corresponde a una fusión posterior o a una reestructuración empresarial.



Figura 67. Placa fabricante

La inscripción visible en la máquina, junto con su diseño y proporciones, permite situarla entre los modelos fabricados entre 1873 y 1890, cuando este tipo de cepilladoras alcanzó su madurez técnica en Francia y el Reino Unido. Los ejemplares anteriores a 1850 eran más compactos y simples, mientras que el modelo conservado en Motril responde a la generación de planers pesados desarrollados tras la consolidación de la fundición industrial [54].

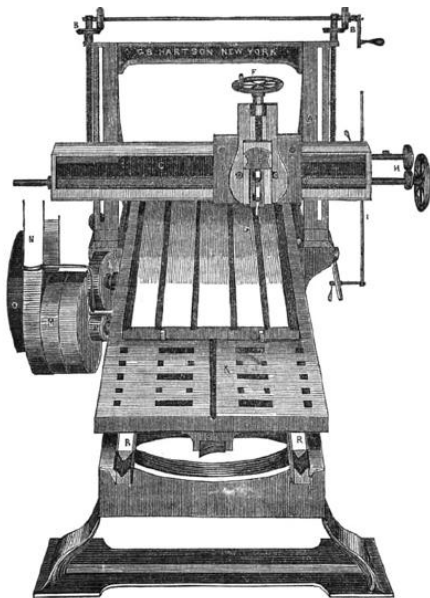


Figura 68. Cepilladora 1848 [55]

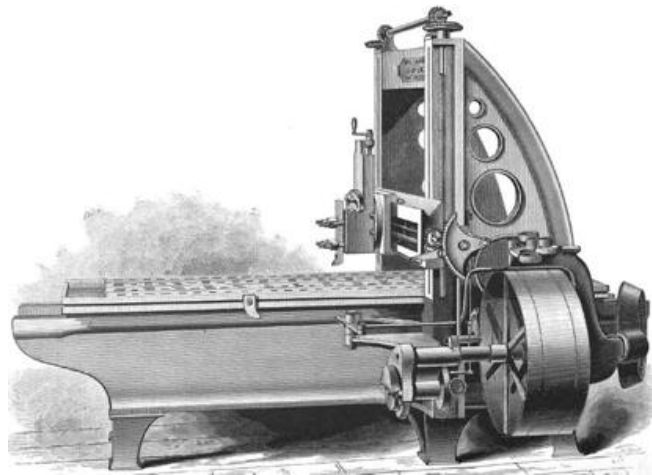


Figura 69. Cepilladora 1876 [56]

La estructura de la máquina está formada por una bancada de fundición, una mesa móvil de gran longitud y un carnero vertical que sostiene la herramienta. La pieza se fija sobre la mesa mediante mordazas, y se desplaza a velocidad constante durante la pasada de trabajo. El operario regula la profundidad de corte mediante un volante vertical y puede mover el carnero en sentido transversal para trazar ranuras. La carrera útil de la mesa ronda el metro

y medio, con un retorno más rápido que la ida para optimizar el ciclo. La velocidad se ajusta cambiando la correa entre distintos escalones de poleas o modificando la relación del engranaje epicicloidal, en función del material a mecanizar.

El mantenimiento preventivo incluía la limpieza diaria de virutas, la lubricación de las guías prismáticas con aceite ligero y el ajuste de los tornillos laterales para evitar holguras. Periódicamente se repasaban los patines con piedra pómez para eliminar picaduras y se comprobaba la alineación de la mesa con un nivel de precisión. El mecanismo de biela-cigüeñal requería engrase con grasa cálcica, y la correa de cuero se hidrataba con aceite de ricino para conservar su elasticidad.

En el flujo de trabajo del taller, la cepilladora cumplía una función esencial: garantizaba superficies planas y paralelas antes de mecanizar las piezas en el torno o perforarlas en la taladradora. También se utilizaba para abrir chaveteros o ranuras cuando otras máquinas no ofrecían la rigidez necesaria, y resultaba imprescindible para reacondicionar bancadas deformadas. Su capacidad para arrancar viruta en pasadas de hasta 3 mm permitía trabajar bloques de fundición sin depender de servicios externos, reforzando la autonomía técnica del taller.

En su configuración original, la máquina recibía el movimiento desde el eje principal. Una correa plana ascendía hasta una polea motriz situada en el lateral, que accionaba el sistema de engranajes encargado de transformar el giro continuo en un avance alternativo de la mesa.



*Figura 70. Sistema de movimiento*



*Figura 71. Conexión con el eje principal*

#### 5.4.5. Taladradora de columna

La taladradora pequeña del taller es una máquina de columna vertical que se utilizaba para hacer agujeros en piezas metálicas de tamaño mediano o pequeño. Aunque su forma es compacta, está hecha de piezas muy sólidas y pesadas, pensadas para que funcionara durante muchas horas sin desgastarse. El modelo pertenece a un tipo de taladradoras industriales que se conocen como camelback por la forma curvada de su parte superior, parecida a una joroba [57].



*Figura 72. Taladradora de columna*

Tiene una base ancha y estable, una columna vertical y un cabezal móvil que se baja con una palanca para que la broca entre poco a poco en la pieza. El giro del husillo (el eje que mueve

la broca) se transmite desde un sistema de poleas colocado en la parte superior de la máquina, que podía cambiar de velocidad cambiando la correa de posición. Así se podía adaptar según la dureza del material. La parte inferior de la taladradora se conecta al eje principal, al que transmite el movimiento.



Figura 73. Polea superior



Figura 74. Polea inferior

No tiene placa con la marca, pero su forma coincide con máquinas fabricadas entre 1880 y 1910, especialmente en Europa y Estados Unidos. Empresas como Canedy Otto o Buffalo Forge vendían modelos muy parecidos, que eran comunes en fábricas, talleres mecánicos e incluso centros de formación técnica.



Figura 75. Taladradora de columna 1883 [58]



Figura 76. Taladradora de columna 1900 [59]

[59]Esta taladradora servía para perforar piezas como tapas, casquillos, bridas o ejes. También se usaba para preparar agujeros previos a otras operaciones, como escariar o centrar una pieza antes de llevarla al torno. Aunque más pequeña que otras máquinas del taller, era muy útil para el trabajo diario.

### 5.4.6. Taladradora

La taladradora grande del taller es una máquina-herramienta de columna vertical, diseñada para perforar piezas metálicas de gran tamaño con fuerza constante y precisión sostenida. Su arquitectura robusta, su cabezal de grandes dimensiones y su base de fundición ancha permiten mecanizar componentes pesados con estabilidad y sin vibraciones apreciables. Este tipo de taladradora se utilizaba habitualmente para abrir agujeros en bridas, tapas de presión, placas de fijación o ejes mecanizados en otras máquinas [60].



*Figura 77. Taladradora*

La disposición del cuerpo principal, con una carcasa superior recta y elevada y un sistema de transmisión por poleas, responde a una configuración típica de las taladradoras industriales fabricadas en Europa entre 1900 y 1930. A diferencia del modelo más compacto tipo camelback, esta versión de mayor envergadura dispone de mecanismos diferenciados para regular el avance vertical del husillo, lo que permitía perforar materiales de distinta dureza: chapas finas, fundición o acero. En la parte frontal se observan dos sistemas de bajada: uno rápido, accionado por palanca para materiales blandos; otro más lento y preciso, adecuado para piezas duras y de gran espesor.

El cabezal permanece fijo en altura, y es la pieza la que debe desplazarse y alinearse con la broca. Para ello se utilizaba una mesa auxiliar móvil y abrazaderas que permitían ajustar la posición de trabajo. Bajo la columna, un recipiente empotrado recogía el agua o la taladrina aplicada durante el mecanizado, utilizada como refrigerante para evitar el sobrecalentamiento de la broca, especialmente en materiales duros como el hierro o el acero.

## 5. Análisis taller mecánico



*Figura 78. Recogida del agua*

El giro del husillo se obtenía mediante un sistema de poleas planas alimentadas desde un eje secundario suspendido, dispuesto en paralelo a la máquina y compartido con el torno pequeño. Este eje derivaba su movimiento directamente del eje principal del taller y permitía accionar ambas máquinas sin necesidad de motores individuales [61].



*Figura 79. Polea taladradora eje secundario*



*Figura 80. Eje secundario*

El mantenimiento ordinario consistía en la lubricación del husillo, la guía del cabezal, los ejes de fricción y el sistema de bajada. Era necesario verificar periódicamente el tensado de la correa, limpiar el portabrocas después de cada operación y revisar los cojinetes para evitar holguras en el husillo. Los mecanismos de avance también requerían ajustes para garantizar la perpendicularidad de la perforación y preservar la calidad del mecanizado [62].

### 5.4.7. Bancadas

Durante la documentación in situ del taller mecánico y el análisis del estado actual del espacio, se han identificado evidencias físicas claras de dos máquinas que formaban parte del equipamiento original pero que ya no se encuentran presentes. Aunque han sido retiradas en

algún momento anterior al trabajo de recuperación del taller, quedan visibles las bases o bancadas, así como los pernos de anclaje cortados, marcas en el pavimento y huellas de desgaste, lo que permite reconstruir razonablemente su ubicación y función. Su ausencia no solo altera la lectura completa del espacio técnico original, sino que ofrece también una oportunidad para interpretar los procesos de transformación y vaciado del patrimonio industrial en las últimas décadas.

La primera de estas máquinas corresponde a una cepilladora de menor tamaño, que originalmente se encontraba en el mismo lateral donde permanece la cepilladora Huré. Su presencia queda acreditada por las fotografías previas a la limpieza del taller y por la memoria de quienes trabajaron con ella, en las que puede apreciarse tanto su forma como su posición exacta. Funcionaba mediante transmisión por correas desde el eje longitudinal del taller, como la mayoría de las máquinas instaladas en esa nave. Su uso principal estaba orientado a operaciones de planeado, nivelado de bases y mecanizados planos de menor exigencia, cuando no era necesaria la potencia de la cepilladora principal. Tras su desmontaje, permanece en el lugar su bancada metálica que permiten deducir con precisión sus dimensiones y orientación original.



*Figura 81. Bancada cepilladora pequeña*

La segunda máquina ausente es el torno eléctrico moderno, incorporado probablemente en la década de 1950 o 1960, durante la electrificación progresiva del taller. A diferencia de los tornos más antiguos, conectados al eje de transmisión, este modelo funcionaba con motor propio, y representó un intento por modernizar parte del parque mecánico sin depender del sistema de poleas compartido. Según el testimonio de un antiguo trabajador, este torno se utilizaba especialmente durante las campañas de producción intensiva, ya que permitía mayor velocidad de trabajo, cambio rápido de herramientas y una independencia de operación que aliviaba la carga sobre los tornos tradicionales. El torno moderno desapareció en una fase anterior a las visitas realizadas durante el proyecto, pero en el suelo aún se aprecian con claridad los restos.

## 5. Análisis taller mecánico



*Figura 82. Bancada torno*

Ambas desapariciones reflejan no solo la pérdida de parte del patrimonio material del taller, sino también los procesos de desmantelamiento y reutilización de maquinaria industrial en contextos donde no hubo una estrategia de conservación previa. Aun así, la permanencia de sus huellas, claramente identificables por su ubicación, orientación y relación con el resto de las máquinas permiten reconstruir el mapa funcional original del taller, e incluso plantear una museografía futura que señale e interprete estas ausencias como parte del relato histórico de la Fábrica de Nuestra Señora del Pilar.



# Capítulo 6

## Digitalización taladradora

## 6. Digitalización taladradora

### 6.1. Introducción

Tras el análisis histórico y técnico del taller mecánico de la Fábrica de Nuestra Señora del Pilar, se ha considerado oportuno incluir un proceso de digitalización tridimensional de una de las máquinas presentes en sus instalaciones: una taladradora de columna. Este tipo de intervención responde a la necesidad de conservar, estudiar y divulgar elementos representativos del patrimonio industrial mediante herramientas tecnológicas actuales.

La aplicación de técnicas de reconstrucción digital permite generar modelos precisos que sirven como referencia documental, incluso en casos donde los objetos físicos están en riesgo de deterioro o inaccesibilidad. Entre las distintas metodologías existentes, la fotogrametría se presenta como una alternativa eficaz, asequible y no invasiva, capaz de obtener geometrías tridimensionales a partir de fotografías tomadas desde múltiples ángulos [63].

Gracias al desarrollo del software especializado y a la mejora de los dispositivos ópticos, esta técnica ha dejado de estar restringida a usos especializados, y hoy forma parte del repertorio habitual en disciplinas como la arqueología, la arquitectura o la conservación patrimonial [64]. En el contexto de este trabajo, su aplicación ha permitido digitalizar una máquina histórica mediante un proceso de adquisición fotográfica y reconstrucción geométrica, que se detalla en los siguientes apartados.

Este modelo 3D, generado como parte del proceso, no solo funciona como elemento de estudio, sino que abre la posibilidad de su integración en entornos virtuales, contribuyendo a nuevas formas de difusión del patrimonio industrial más allá del espacio físico original.

### 6.2. Captura de imágenes y toma de medidas

El proceso de digitalización se inició planificando cuidadosamente la captura de imágenes necesarias para construir el modelo tridimensional. La taladradora, objeto de estudio, se encontraba en una zona accesible del taller, aunque su posición presentaba ciertas limitaciones: estaba fijada a la pared, en uno de sus lados se hallaba otra máquina que restringía el margen de maniobra y, en el lado opuesto, los restos del marco de una antigua puerta dificultaban el desplazamiento. Estas condiciones impidieron una cobertura completa de 360 grados alrededor del objeto, por lo que resultó necesario adaptar el recorrido fotográfico a las posibilidades del entorno.

Para la captura de imágenes se utilizó una cámara digital configurada en modo automático. Las fotografías se realizaron desde diferentes ángulos y alturas, procurando abarcar al máximo la geometría externa de la máquina. Se combinaron vistas generales con imágenes de detalle, especialmente en aquellas zonas que podrían resultar más complejas de reconstruir.

Las condiciones de luz natural presentes durante la sesión fueron aprovechadas para evitar sombras duras o brillos excesivos que pudieran afectar la calidad del modelo. Aunque no se

realizó una limpieza previa de la superficie, la textura visible de la máquina fue suficiente para que los programas de fotogrametría pudieran identificar puntos clave con claridad.

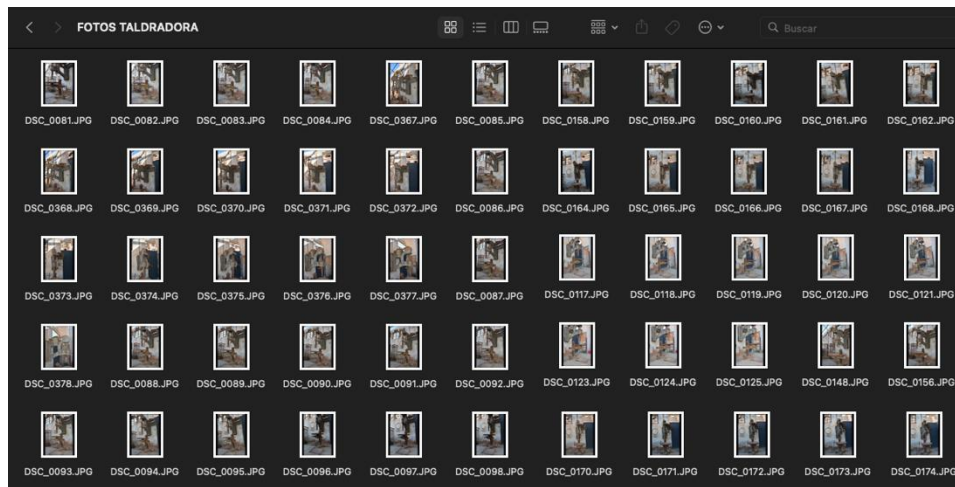


Figura 83. Repertorio de imágenes tomadas con la cámara

De forma complementaria, se tomaron varias medidas físicas con una cinta métrica graduada en centímetros. Estas referencias dimensionales sirvieron para escalar correctamente el modelo tridimensional una vez generado. Aunque la precisión de las herramientas utilizadas era básica, resultó suficiente para establecer proporciones generales entre las distintas partes del objeto y asegurar una representación coherente en el entorno digital.

Este conjunto de imágenes y datos métricos sirvió como base para el posterior procesamiento fotogramétrico, descrito en los siguientes apartados.

### 6.3. Procesamiento fotográfico

Una vez recopiladas las imágenes y medidas necesarias del objeto de estudio, se procedió a su procesamiento digital mediante técnicas de fotogrametría, con el objetivo de generar un modelo tridimensional preciso que sirviera como base para su posterior modelado en entornos CAD. Para ello, se utilizó Meshroom, un software de reconstrucción 3D de código abierto basado en el framework AliceVision, que permite transformar un conjunto de fotografías en un modelo digital mediante algoritmos avanzados de visión por computador [65].

Meshroom emplea una combinación de algoritmos de Structure-from-Motion (SfM) y Multi-View Stereo (MVS). El primero se encarga de estimar la posición y orientación de las cámaras a partir de puntos clave detectados en las imágenes, generando una reconstrucción inicial conocida como nube de puntos dispersa. Esta etapa es crucial, ya que define la geometría básica del objeto y la coherencia espacial entre las imágenes. Una vez obtenida esta estructura inicial, el algoritmo MVS refina la reconstrucción generando una nube de puntos densa, que representa con mayor fidelidad la superficie del objeto. A partir de esta nube, se construye una malla poligonal mediante técnicas como la triangulación de Delaunay, y finalmente se aplica una textura fotográfica que proporciona realismo visual al modelo.

## 6. Digitalización taladradora

El flujo de trabajo desarrollado en Meshroom para la generación del modelo 3D comienza con la importación directa de las imágenes al entorno del software, sin necesidad de modificaciones previas. Estas imágenes, capturadas desde múltiples ángulos alrededor del objeto de estudio, deben presentar un solapamiento adecuado entre sí, de modo que el algoritmo pueda identificar puntos en común.

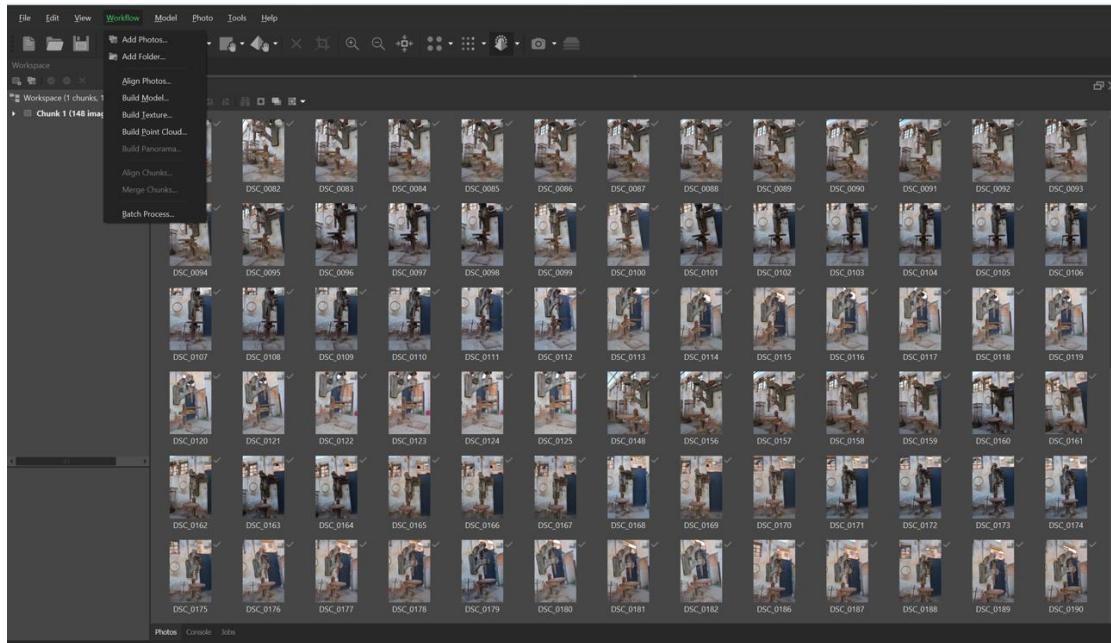


Figura 84. Imágenes subidas en Meshroom

A continuación, se inicia el proceso de alineación de cámaras, en el cual el programa detecta automáticamente características visuales compartidas entre las distintas fotografías como bordes, esquinas o texturas distintivas empleando descriptores robustos como SIFT. Este paso permite estimar la posición y orientación relativa de cada cámara en el espacio tridimensional, estableciendo una relación geométrica coherente entre todas las vistas.

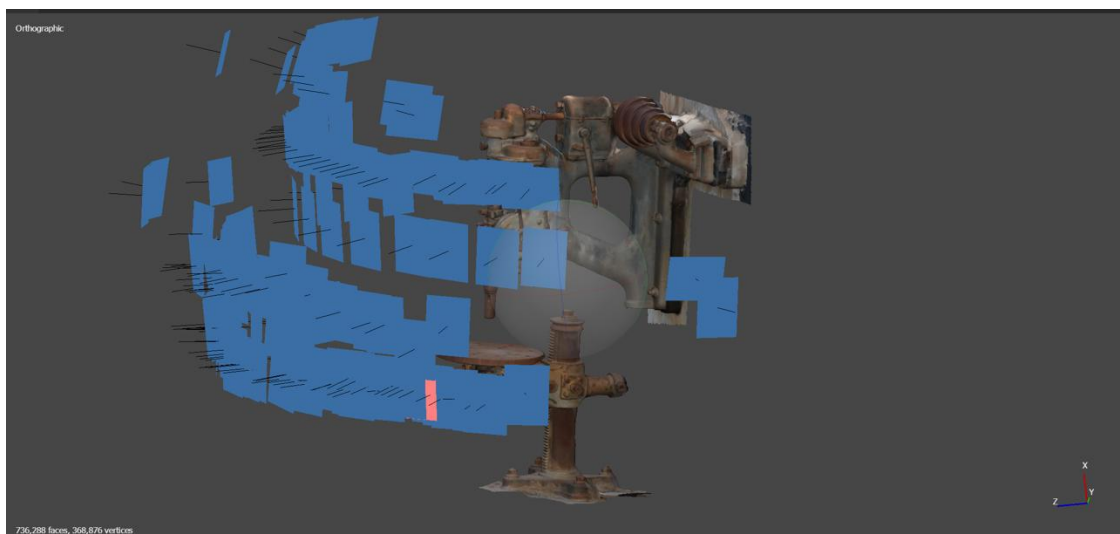
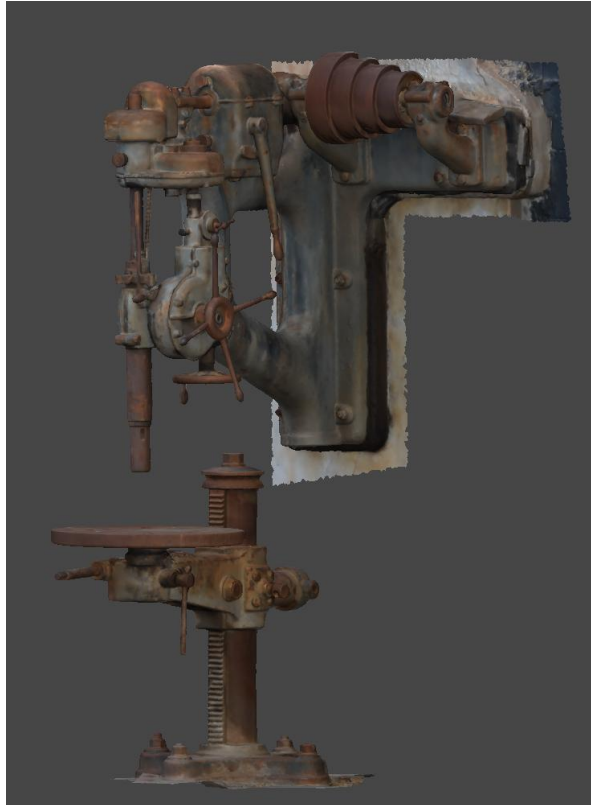


Figura 85. Creación del modelo 3D por Meshroom

## 6. Digitalización taladradora

Una vez alineadas las imágenes, se genera una nube de puntos dispersa que representa una reconstrucción inicial del volumen y forma del objeto. A continuación, se construye una malla tridimensional sobre esa nube densa, utilizando técnicas como la triangulación de Delaunay, que transforma la nube de puntos en una estructura poligonal continua. Finalmente, el software aplica una textura fotográfica mapeada sobre dicha malla, generando un modelo visualmente realista que conserva los colores y patrones originales del objeto fotografiado.



*Figura 86. Modelo generado con Meshroom*



*Figura 87. Vista de la parte superior*



*Figura 88. Vista parte inferior*

Durante el proceso se mantuvieron los parámetros predeterminados del software, ya que ofrecían un equilibrio adecuado entre calidad y tiempo de procesamiento. No obstante, se observaron ciertas imperfecciones en zonas específicas del modelo, atribuibles a la falta de imágenes bien enfocadas o con suficiente cobertura en algunos ángulos. Este tipo de errores es común en fotogrametría y puede mitigarse aumentando el número de fotografías y mejorando las condiciones de iluminación y enfoque durante la captura.

El modelo 3D resultante, aunque no perfecto, presentaba una estructura global coherente y suficientemente precisa para ser utilizado como base en programas de diseño asistido por ordenador como SolidWorks. En este entorno, el modelo se empleó como plantilla de referencia para el modelado paramétrico, permitiendo trazar geometrías sobre la malla importada y generar piezas con dimensiones exactas. Esta integración entre fotogrametría y CAD facilita enormemente el proceso de ingeniería inversa, especialmente en casos donde no se dispone de planos técnicos del objeto original.

#### 6.4. Modelado 3D en entorno CAD

El modelo tridimensional generado mediante fotogrametría fue exportado en formato .OBJ y utilizado como referencia para su reconstrucción en un entorno de diseño asistido por ordenador (CAD). Para ello, se trabajó con el software SolidWorks, que permitió desarrollar una representación precisa de la taladradora a partir de la nube de puntos obtenida. La malla se importó en SolidWorks como superficie de referencia, y fue en este entorno donde se procedió a escalar y redimensionar la figura, ajustando su tamaño con base en las medidas físicas tomadas previamente en el taller. Esta operación resultó fundamental para garantizar que las proporciones y dimensiones del modelo digital fuesen coherentes con las del objeto real.

## 6. Digitalización taladradora

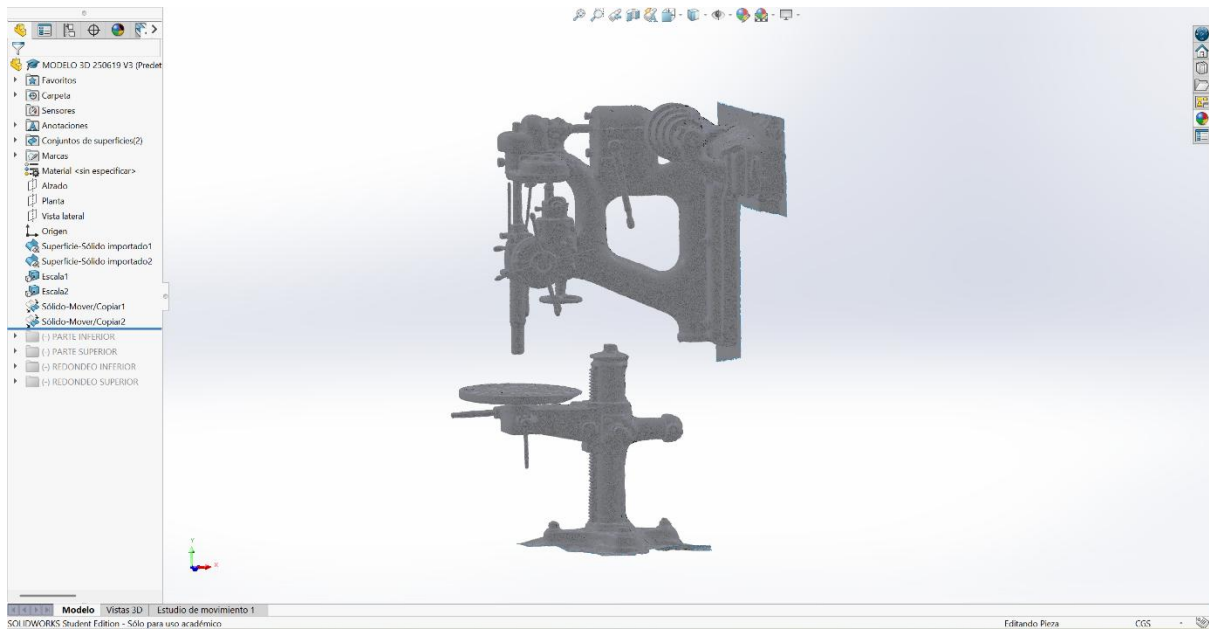


Figura 89. Superficie de referencia

Como se podrá observar en las imágenes, el modelo generado a partir de la malla de fotogrametría no presenta una geometría completamente precisa en todas sus partes. Algunas zonas no se reconstruyeron correctamente debido a limitaciones en la captura o el procesamiento inicial, por lo que este modelo se utilizó únicamente como una plantilla de referencia durante el proceso de modelado en SolidWorks. A pesar de estas imperfecciones, resultó útil para orientar el trazado de perfiles y el diseño general de la taladradora.



Figura 90. Detalle superficie de referencia parte superior



Figura 91. Detalle superficie de referencia parte inferior

Teniendo esta base, se procedió al modelado de la figura entre las herramientas de SolidWorks, utilizando la superficie de referencia como guía para trazar los contornos principales. Se definieron perfiles en distintas vistas y se aplicaron operaciones como extrusión, revolución y corte para construir progresivamente las diferentes partes de la taladradora. El enfoque fue por capas, lo que permitió obtener una estructura coherente y organizada, facilitando la reproducción precisa de elementos como la base, la columna, el husillo, la plataforma móvil y el cabezal. Cada componente fue modelado con atención a su forma general, respetando las proporciones derivadas del objeto real, aunque sin profundizar

## 6. Digitalización taladradora

en detalles internos o mecanismos funcionales. El resultado final ofrece una visualización técnica del objeto, útil tanto para su análisis como para su futura utilización en contextos digitales.

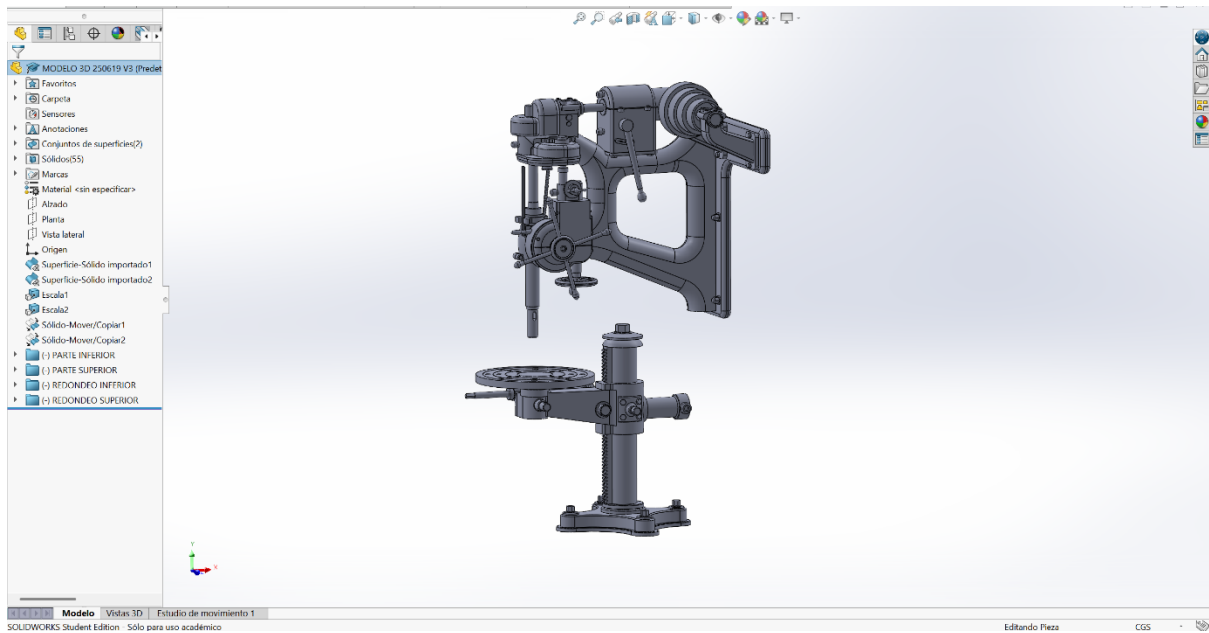


Figura 92. Modelado 3D SolidWorks

Una vez finalizado el modelado en SolidWorks, el archivo fue exportado al entorno de renderizado SolidWorks Visualize. Este software permitió generar representaciones realistas del modelo mediante la configuración de materiales, cámaras, entornos y fuentes de luz.

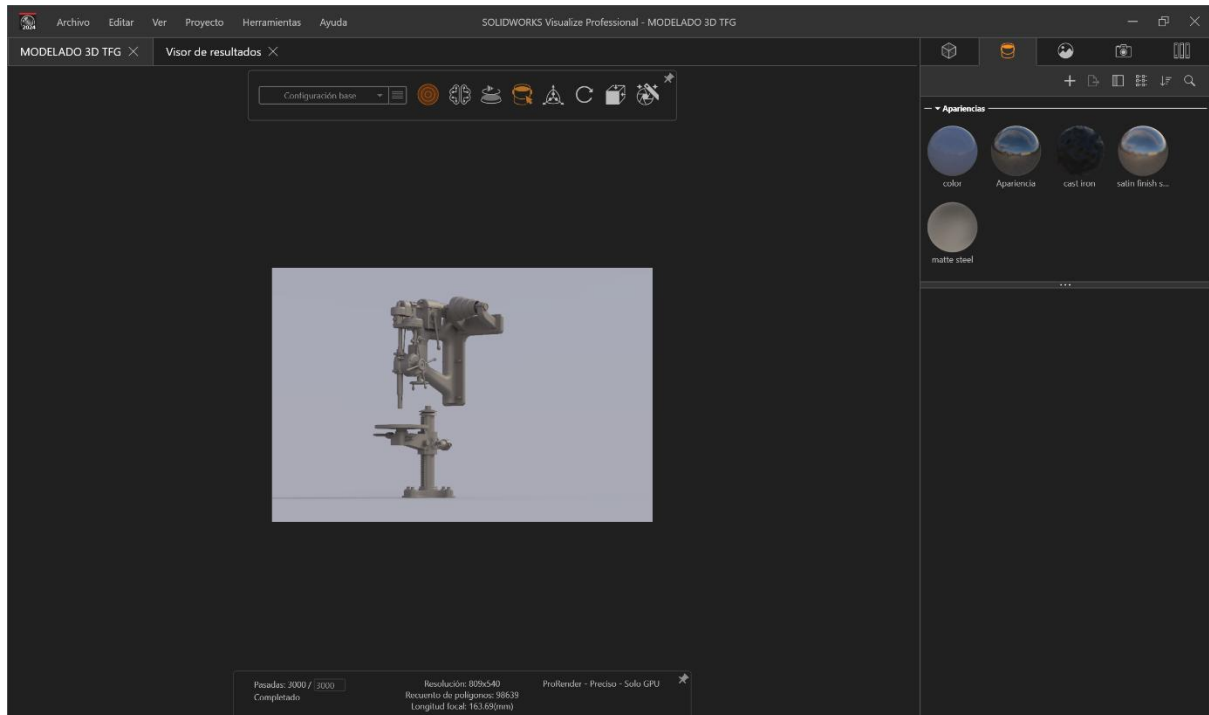
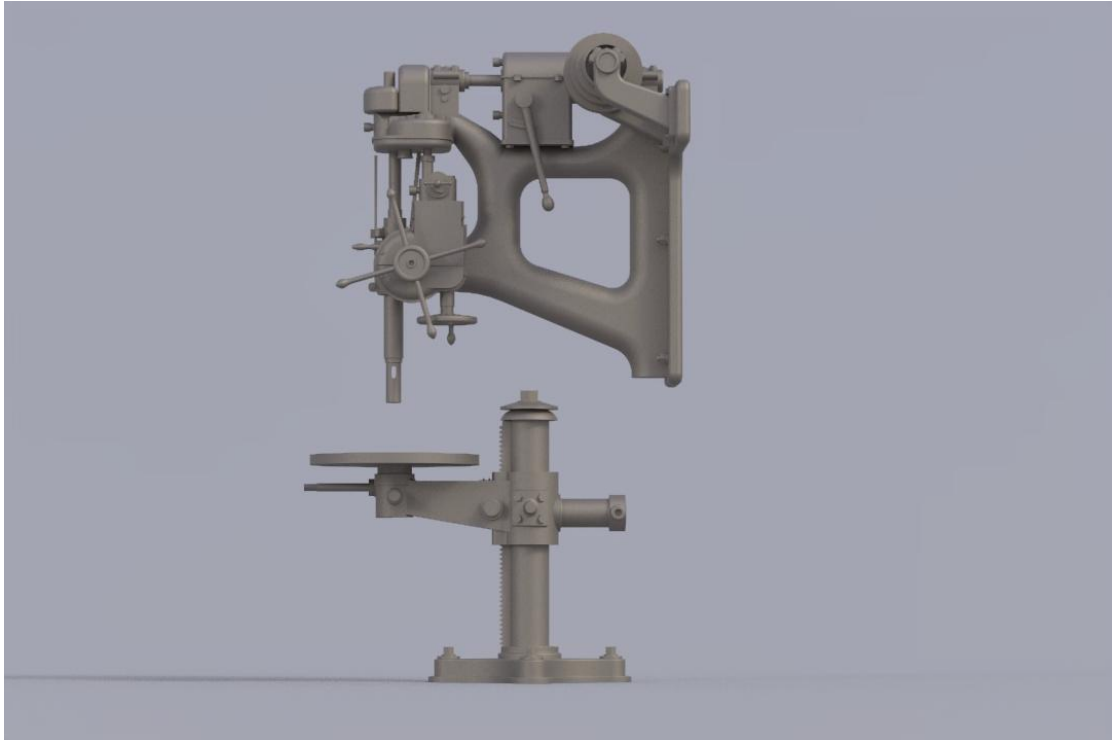


Figura 93. Software de renderizado

## 6. Digitalización taladradora

A partir del modelo exportado, se prepararon varias escenas en SolidWorks Visualize. En ellas se aplicaron materiales y ajustes de iluminación adecuados para resaltar los detalles constructivos de la taladradora.

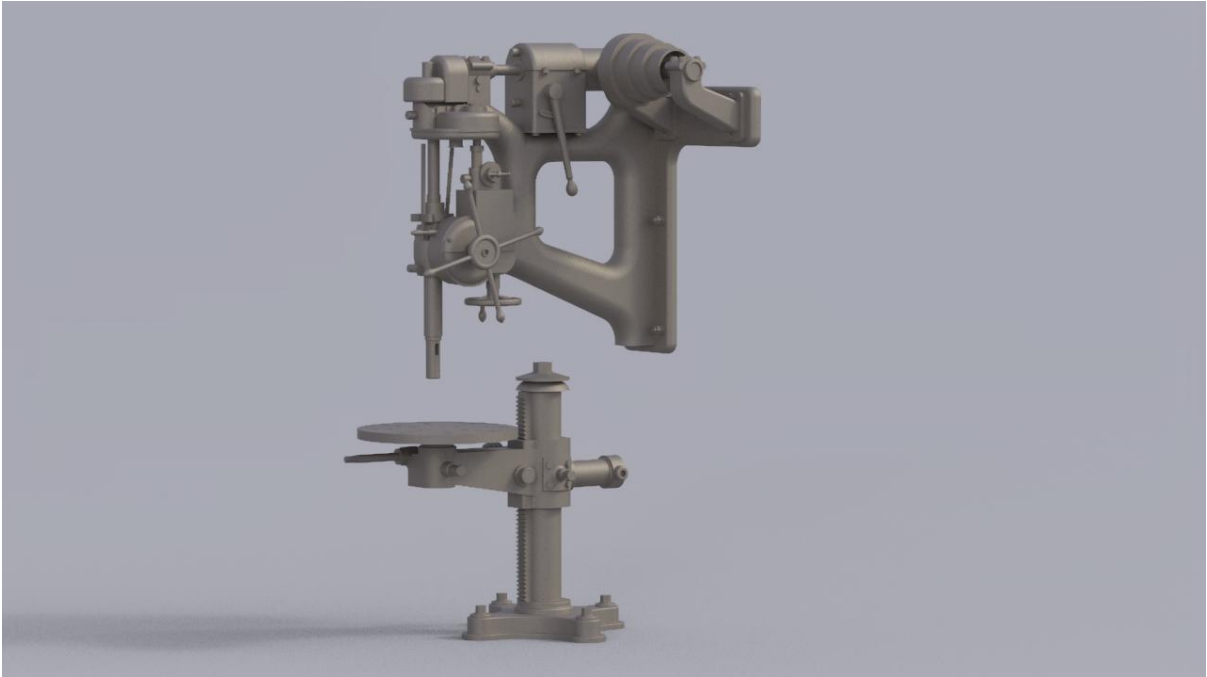


*Figura 94. Renderizado vista lateral*

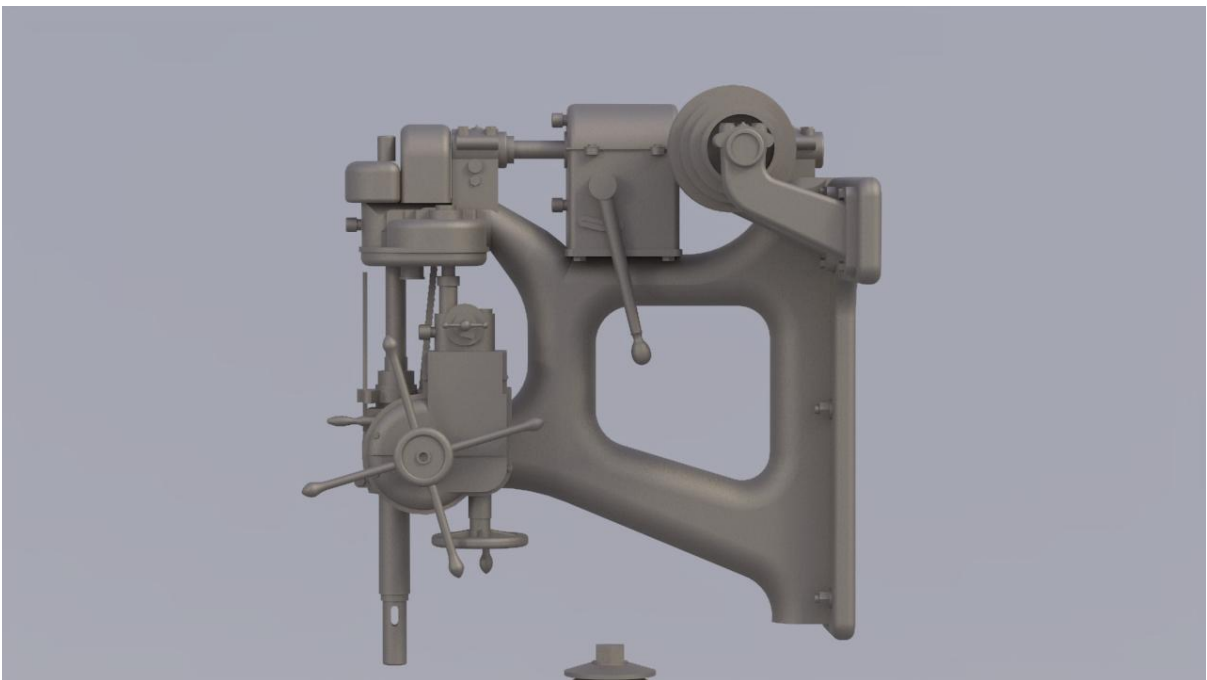


*Figura 95. Renderizado vista lateral*

## 6. Digitalización taladradora

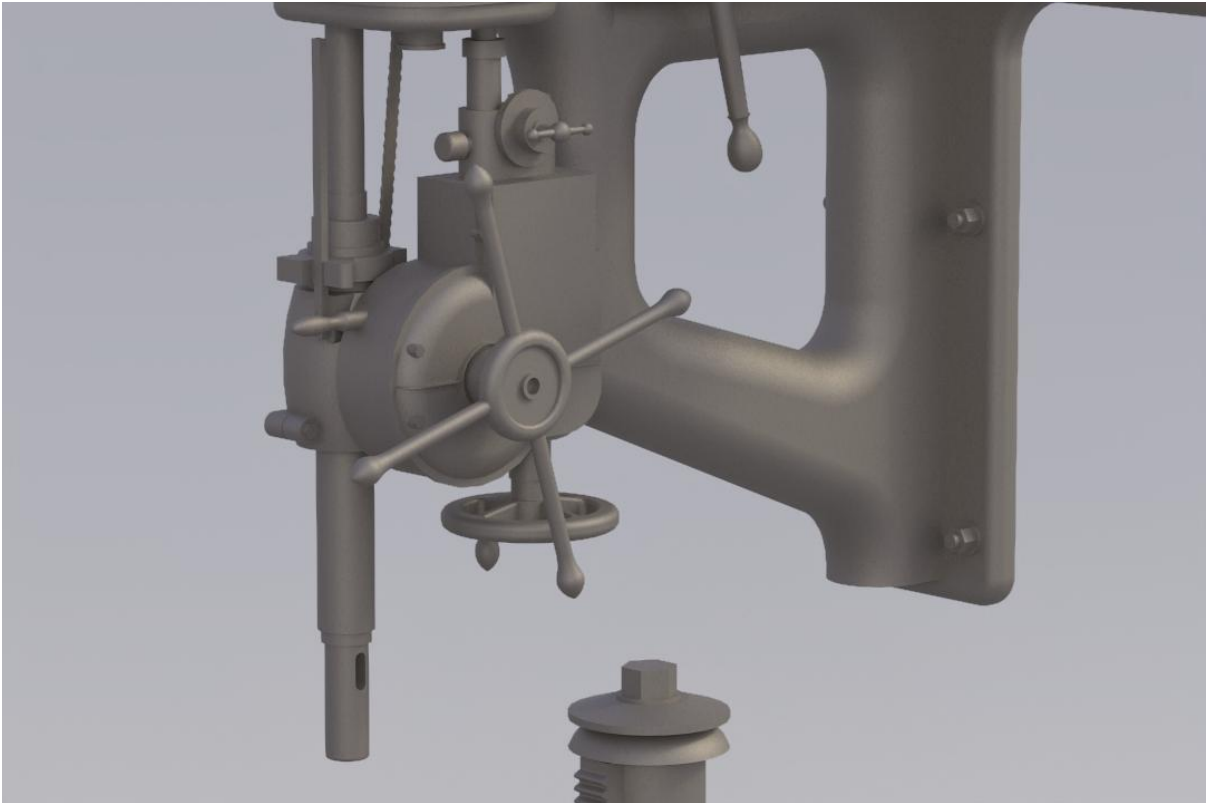


*Figura 96. Renderizado perspectiva*

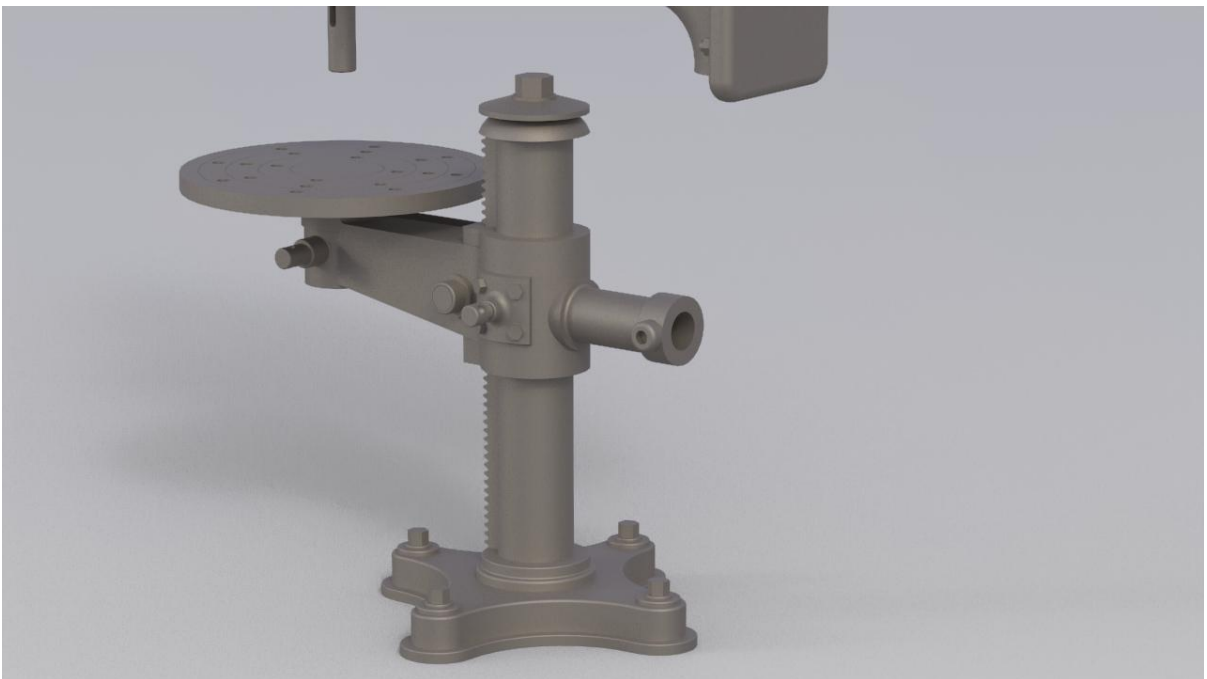


*Figura 97. Renderizado parte superior*

## 6. Digitalización taladradora

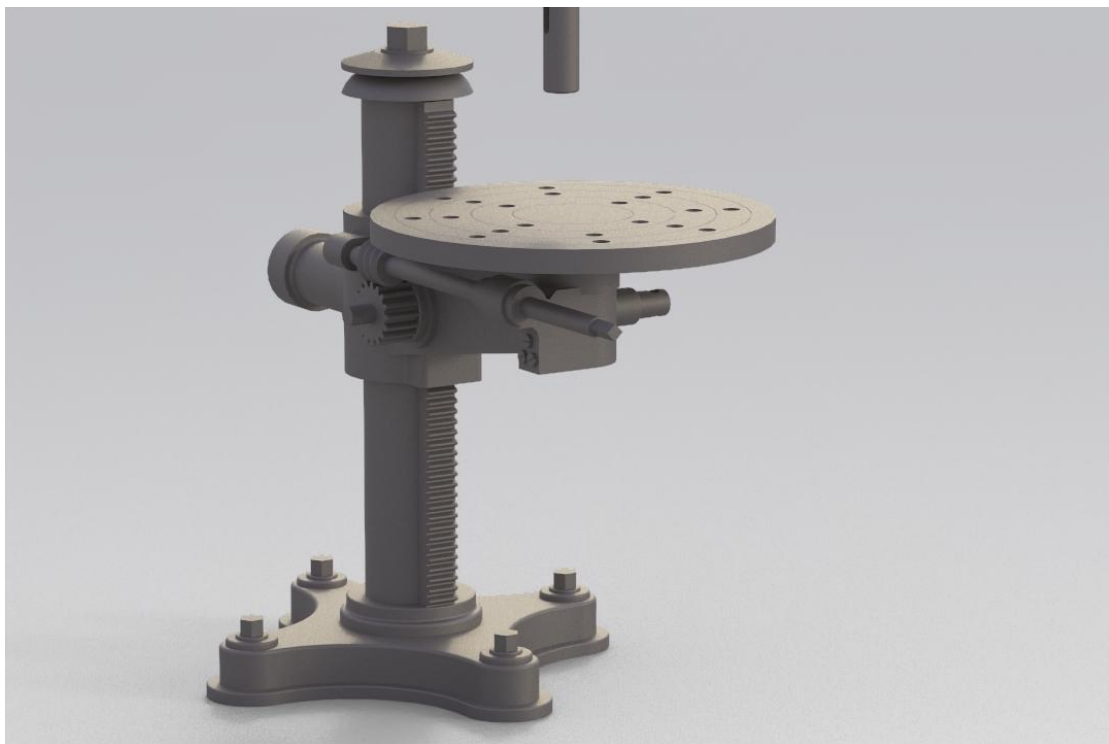


*Figura 98. Renderizado detalle parte superior*



*Figura 99. Renderizado parte inferior*

## 6. Digitalización taladradora



*Figura 100. Renderizado detalle parte inferior*

Finalmente, se generó una última imagen situando el modelo en un entorno de fábrica, lo que permitió contextualizar visualmente la taladradora en su espacio original de uso. Esta representación refuerza la sensación de realismo y acerca el modelo digital a su propósito documental.



*Figura 101. Integración modelo 3D*

Estas imágenes documentan las diferentes etapas del proceso, desde la malla de referencia hasta la visualización final renderizada, mostrando la evolución técnica y estética del modelo, así como el nivel de fidelidad alcanzado en su reconstrucción.

### 6.5. Aplicaciones y posibilidades de difusión

La obtención de un modelo tridimensional digital de la taladradora no solo permite su documentación técnica, sino que también abre diversas vías de uso y difusión en el ámbito del patrimonio industrial. Gracias a su formato digital, este tipo de representaciones facilita la conservación, el estudio y la accesibilidad de bienes que, por su localización, estado de conservación o fragilidad, no siempre pueden ser observados directamente.

Una de las principales ventajas del modelo generado es su versatilidad de uso en entornos digitales interactivos, como aplicaciones de realidad virtual (VR) o aumentada (AR). Estas tecnologías permiten integrar la visualización del modelo en contextos educativos, museográficos o divulgativos, posibilitando que el público interactúe con el objeto de forma inmersiva, sin necesidad de desplazarse físicamente al lugar donde se encuentra. Esto resulta especialmente útil en el caso del patrimonio industrial, donde muchas veces las máquinas ya no están operativas o se encuentran en espacios de acceso restringido.

Asimismo, la digitalización tridimensional contribuye al diseño de material didáctico orientado tanto a la enseñanza técnica como a la sensibilización patrimonial. El modelo puede ser integrado en presentaciones, visitas virtuales o exposiciones interactivas, y puede ser visualizado en plataformas accesibles en línea, facilitando su alcance a un público más amplio. Otra posibilidad es su uso como base para la fabricación de réplicas mediante impresión 3D, lo que permite crear versiones físicas a escala que pueden ser expuestas en museos o utilizadas con fines educativos. De esta manera, el modelo no solo conserva la memoria de un elemento técnico representativo del proceso productivo, sino que también se convierte en una herramienta activa para la difusión del conocimiento asociado a él.



# Capítulo 7

## Conclusiones

## 7. Conclusiones

El estudio del taller mecánico de la Fábrica Azucarera Nuestra Señora del Pilar ha permitido poner en valor un espacio hasta ahora escasamente investigado, pero de gran relevancia dentro del conjunto fabril motrileño y andaluz. A través del análisis técnico, histórico y gráfico, se ha podido demostrar que este taller no solo era un lugar de reparación, sino un auténtico centro de conocimiento y autosuficiencia técnica, fundamental para garantizar la continuidad operativa de la fábrica durante más de un siglo.

Una de las principales conclusiones es que el taller funcionaba como núcleo estratégico del sistema de mantenimiento interno, permitiendo resolver en tiempo real cualquier fallo o desgaste de la maquinaria industrial. Su organización, basada en una red de transmisión mecánica por correas y un conjunto de máquinas-herramienta especializadas, refleja una lógica técnica coherente, eficiente y perfectamente adaptada a las necesidades del proceso productivo de la caña de azúcar. La disposición espacial de los equipos y su interconexión mediante un único eje longitudinal demuestran un alto grado de planificación y aprovechamiento de los recursos disponibles.

Otro aspecto destacable es la dimensión formativa del taller, concebido como un espacio de aprendizaje para los nuevos operarios. El paso obligatorio por este lugar dotaba a los trabajadores de una base sólida en conocimientos mecánicos, fomentando una cultura laboral basada en la polivalencia, la autonomía y el saber hacer. Esta transmisión de conocimientos técnicos, muchas veces oral y práctica, constituye hoy un patrimonio inmaterial que complementa el valor material de las máquinas y herramientas conservadas.

El proceso de documentación llevado a cabo, incluyendo visitas de campo, entrevistas, inventario técnico y digitalización tridimensional ha permitido obtener una visión integral del taller, aportando datos inéditos sobre su funcionamiento, evolución y estado de conservación. En particular, la fotogrametría y el modelado CAD de una de las máquinas representan un primer paso hacia una musealización interactiva y accesible, que podría ser replicada en otras piezas del conjunto industrial.

Finalmente, este trabajo confirma la necesidad de abordar el patrimonio industrial no solo desde una óptica arquitectónica o paisajística, sino también desde la ingeniería y los saberes técnicos que dieron forma a las infraestructuras productivas del pasado. En este sentido, el taller mecánico no debe ser considerado un simple espacio auxiliar, sino un testimonio material y simbólico de la capacidad de los trabajadores para sostener, innovar y transformar el sistema industrial azucarero andaluz.

# Capítulo 8

## Futuras líneas

## 8. Futuras líneas

El trabajo realizado en torno al taller mecánico de la Fábrica de Nuestra Señora del Pilar abre múltiples posibilidades para continuar con la investigación y valorización de este espacio patrimonial desde diferentes enfoques, tanto técnicos como culturales. A partir de la base documental y gráfica generada, se propone una serie de líneas futuras que pueden contribuir a enriquecer el conocimiento sobre el patrimonio industrial motrileño y fortalecer su proyección social y museológica.

En primer lugar, sería de gran interés completar el proceso de digitalización de las máquinas conservadas en el taller. La fotogrametría realizada sobre una taladradora ha demostrado la eficacia de este recurso para la preservación y divulgación del patrimonio técnico. Extender esta técnica a otras máquinas como los tornos, la cepilladora o el sistema de transmisión permitiría generar un catálogo tridimensional completo, útil para fines educativos, expositivos y de conservación preventiva.

Otra línea prioritaria consiste en desarrollar un proyecto de restauración integral del taller mecánico, incluyendo tanto la limpieza y consolidación de su estructura como la restauración funcional (aunque parcial y segura) de su sistema de poleas. La activación de algunos elementos a baja velocidad, acompañada de señalética didáctica, permitiría mostrar a los visitantes el funcionamiento real de una tecnología hoy prácticamente desaparecida, reforzando el carácter pedagógico del conjunto.

Desde un punto de vista académico, se sugiere profundizar en la historia oral asociada al taller. El testimonio recogido de un antiguo operario ha demostrado el enorme valor de la memoria del trabajo como fuente de conocimiento técnico, organizativo y humano. Ampliar esta línea mediante la realización de entrevistas sistemáticas a más trabajadores vinculados a la fábrica enriquecería la dimensión intangible del patrimonio y permitiría reconstruir prácticas, rutinas y saberes que no aparecen en los documentos técnicos.

Asimismo, se plantea la posibilidad de estudiar las relaciones entre el taller mecánico y otros espacios industriales similares del entorno, ya sea dentro del sector azucarero o en otras ramas productivas. Un enfoque comparativo permitiría contextualizar la evolución de los talleres de mantenimiento en la industria andaluza y valorar si existieron redes de transferencia tecnológica, estandarización de equipos o formación de operarios entre distintas fábricas.

Otra línea de trabajo relevante sería el análisis sistemático de las fuentes documentales conservadas en el archivo de la propia Fábrica del Pilar. Estos fondos, aún poco explorados, podrían aportar información clave sobre la evolución técnica del taller, la organización del trabajo y las relaciones con otros espacios productivos del complejo. Su estudio permitiría complementar la investigación material y oral con una base técnica sólida, enriqueciendo así la comprensión global del conjunto.

Por último, el taller puede desempeñar un papel clave dentro del proyecto museológico general de la Fábrica del Pilar. Incluir este espacio como parte activa del itinerario expositivo, con recorridos interactivos, paneles explicativos y actividades demostrativas, contribuiría no

## 8. Futuras líneas

solo a su preservación, sino también a generar un vínculo más estrecho entre el público y la historia industrial local. En este sentido, se recomienda que futuras actuaciones se diseñen de forma participativa, contando con profesionales de la ingeniería, la museografía y la comunidad local.



# Capítulo 9

## Bibliografía

## 9. Bibliografía

- [1] *Patrimonio industrial - cómo salvaguardarlo- Citaliarestauro*. Disponible en: <https://es.citaliarestauro.com/patrimonio-industrial-importancia/>. Último acceso: Junio 2025.
- [2] *Fábrica de azúcar o Ingenio azucarero de Nuestra Señora del Carmen. Torre del Mar (Patrimonio industrial) - La Provincia - Diputación de Málaga*. Disponible en: [https://www.malaga.es/es/laprovincia/patrimonio/lis\\_cd-5602/fabrica-de-azucar-o-ingenio-azucarero-de-nuestra-senora-del-carmen-torre-del-mar-patrimonio-industrial](https://www.malaga.es/es/laprovincia/patrimonio/lis_cd-5602/fabrica-de-azucar-o-ingenio-azucarero-de-nuestra-senora-del-carmen-torre-del-mar-patrimonio-industrial). Último acceso: Junio 2025.
- [3] *El Patrimonio Industrial: significado, valor y conservación - Hispania Nostra de Autor*. Disponible en: <https://deautor.hispanianostra.org/el-patrimonio-industrial-significado-valor-y-conservacion/>. Último acceso: Junio 2025.
- [4] *Mapa interactivo y fichas documentales del listado de elementos industriales - IPCE Instituto... | Ministerio de Cultura*. Disponible en: <https://www.cultura.gob.es/planes-nacionales/planes-nacionales/patrimonio-industrial/actuaciones/mapa-interactivo.HTML>. Último acceso: Junio 2025.
- [5] *Plan Nacional de Patrimonio Industrial, 2016*. Disponible en: <https://www.cultura.gob.es/planes-nacionales/dam/jcr:eba404cd-e170-419d-b46a-e241ebd1b1b0/04-texto-2016-pnpi-plan-y-anexos.pdf>. Último acceso: Junio 2025.
- [6] *Proyecto de Puesta en Valor de la Fábrica del Pilar en Motril - Fernando Alda, Fotógrafo Profesional de Arquitectura*. Disponible en: <https://www.fernandoalda.com/es/proyectos/arquitectura/1573/proyecto-de-puesta-en-valor-de-la-fabrica-del-pilar-en-motril/>. Último acceso: Junio 2025.
- [7] *ORDEN de 16 de octubre de 1996, por la que se resuelve inscribir con carácter específico, en el Catálogo General del Patrimonio Histórico Andaluz, el Conjunto de Maquinaria procedente de la Fábrica Azucarera de Nuestra Señora del Pilar, en Motril (Granada)*. Disponible en: <https://www.juntadeandalucia.es/boja/1997/34/42>. Último acceso: Junio 2025.
- [8] *Plan Nacional de Patrimonio Industrial*. Disponible en: <https://www.cultura.gob.es/planes-nacionales/dam/jcr:88a504bd-a083-4bb4-8292-5a2012274a8c/04-maquetado-patrimonio-industrial.pdf>. Último acceso: Junio 2025.
- [9] *TEORÍAS DE LA CONSERVACIÓN: PRECEPTOS INTERNACIONALES APLICADOS AL ESTUDIO DE OBRAS DE REFERENCIA DENTRO DEL PATRIMONIO INDUSTRIAL*. Disponible en: [https://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/44393/Documento\\_completo.pdf?sequence=1](https://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/44393/Documento_completo.pdf?sequence=1). Último acceso: Junio 2025.
- [10] *II Jornada técnica: La restauración y conservación de patrimonio industrial, científico y técnico*. Disponible en: <https://mnactec.cat/es/actividad-detalle/ii-jornada-tecnica-la-restauracion-y-conservacion-de-patrimonio-industrial-cientifico-y-tecnico>. Último acceso: Junio 2025.

- [11] *Fotogrametría para la conservación-restauración de bienes culturales*». Accedido: 16 de junio de 2025. Disponible en: <https://repositori.udl.cat/server/api/core/bitstreams/4c47147a-2043-4827-96eb-e7d871d70184/content>. Último acceso: Junio 2025.
- [12] *Nuestra experiencia con la fotogrametría*. Disponible en: <https://www.linkedin.com/pulse/nuestra-experiencia-con-la-fotogrametr%C3%ADa-trem-dise%C3%B1o-industrial/>. Último acceso: Junio 2025.
- [13] *Conservación del patrimonio | Soluciones profesionales de escaneo 3D | Artec3D*. Disponible en: <https://www.artec3d.com/es/3d-scanning-solutions/heritage-preservation>. Último acceso: Junio 2025.
- [14] *SCANTECH - AXE - Microgeo*. Disponible en: <https://www.microgeo.it/prodotto/scantech-axe/>. Último acceso: Junio 2025.
- [15] *El modelado 3D y sus aplicaciones en la industria - CADEMS*. Disponible en: <https://www.cadems.es/el-modelado-3d-y-sus-aplicaciones-en-la-industria/>. Último acceso: Junio 2025.
- [16] *SOLIDWORKS 3D Sculptor on the 3DEXPERIENCE Platform*. Disponible en: <https://www.javelin-tech.com/3d/technology/solidworks-3d-sculptor/>. Último acceso: Junio 2025.
- [17] *Realidad virtual para conservar y difundir el patrimonio cultural*. Disponible en: <https://isostopy.com/realidad-virtual-para-conservar-y-difundir-el-patrimonio-cultural/>. Último acceso: Junio 2025.
- [18] *La App de realidad virtual sobre el Patrimonio Histórico de Tarragona supera las 150.000 descargas • ESMARTCITY*. Disponible en: <https://www.esmartcity.es/2017/03/21/app-realidad-virtual-patrimonio-historico-tarragona-supera-150000-descargas>. Último acceso: Junio 2025.
- [19] *Realidad aumentada y Patrimonio Cultural: nuevas perspectivas para el conocimiento y la difusión del objeto cultural | erph\_ Revista electrónica de Patrimonio Histórico*. Disponible en: <https://revistaseug.ugr.es/index.php/erph/article/view/18287>. Último acceso: Junio 2025.
- [20] *Exposición en realidad aumentada de modelos virtuales de máquinas y elementos históricos del patrimonio industrial - UMA Divulga*. Disponible en: <https://www.umadivulga.uma.es/agenda/exposicion/exposicion-en-realidad-aumentada-de-modelos-virtuales-de-maquinas-y-elementos-historicos-del-patrimonio-industrial/>. Último acceso: Junio 2025.
- [21] *GIS para ayudar a la conservación de patrimonio - Drónica*. Disponible en: <https://www.dronica.es/blog-de-escaneo-3d/gis-en-la-conservacion-del-patrimonio/>. Último acceso: Junio 2025.
- [22] *SIG y 3D para la difusión digital del patrimonio cultural*. Disponible en: <https://geosmartmagazine.it/2024/05/28/gis-e-3d-disseminazione-digitale-del-patrimonio-culturale/>. Último acceso: Junio 2025.
- [23] J. Douet. *Industrial heritage re-tooled: The TICCIH guide to industrial heritage conservation*. Routledge, 2016.

- [24] *Carta De Nizhny Tagil Sobre El Patrimonio Industrial / Julio, 2003*. Disponible en: <https://ticcih.org/wp-content/uploads/2013/04/NTagilSpanish.pdf>. Último acceso: Junio 2025.
- [25] *La Azucarera del Pilar de Motril, un magnífico ejemplo de la ingeniería industrial del siglo XIX*. Disponible en: <https://abcblogs.abc.es/orientaciones/escapadas/la-azucarera-del-pilar-de-motril-un-magnifico-ejemplo-de-la-ingenieria-industrial-del-siglo-xix.html>. Último acceso: Junio 2025.
- [26] *Los paisajes del azúcar en la costa de Granada - fronterad*. Disponible en: <https://www.fronterad.com/los-paisajes-del-azucar-en-la-costa-de-granada/>. Último acceso: Junio 2025.
- [27] *LÍNEA DE TIEMPO*. Disponible en: [https://motril.es/wp-content/uploads/2024/11/Linea\\_de\\_tiempo\\_espanol.pdf](https://motril.es/wp-content/uploads/2024/11/Linea_de_tiempo_espanol.pdf). Último acceso: Junio 2025.
- [28] J. Piñar Samos y M. Giménez Yanguas. *Motril y el azúcar: del paisaje industrial al patrimonio tecnológico, 1845-1995*. Asukaria Mediterránea, Motril, 1996.
- [29] *PATINA. Patrimonio Industrial de Andalucía: La fábrica azucarera Ntra. Sra. Del Pilar, Motril (Granada)*. Disponible en: <https://patinaindustrial.blogspot.com/2016/06/la-fabrica-azucarera-ntra-sra-del-pilar.html>. Último acceso: Junio 2025.
- [30] *RELATOS DE LA HISTORIA DE MOTRIL - El Faro*. Disponible en: <https://www.elfaromotril.es/2020/03/03/relatos-de-la-historia-de-motril-13/>. Último acceso: Junio 2025.
- [31] *Fabrica Ntra. Sra. del Pilar y otras fabricas – MOTRIL DESDE EL CORAZON*. Disponible en: <https://motrildesdeelcorazon.home.blog/2014/03/11/fabrica-ntra-sra-del-pilar-y-otras-fabricas/>. Último acceso: Junio 2025.
- [32] *Arranca la rehabilitación del “tren de molinos” del futuro Museo Industrial del Azúcar de Motril*. Disponible en: [https://www.cope.es/emisoras/andalucia/granada-provincia/motril/noticias/arranca-rehabilitacion-del-tren-molinos-del-futuro-museo-industrial-del-azucar-motril-20220218\\_1870596#google\\_vignette](https://www.cope.es/emisoras/andalucia/granada-provincia/motril/noticias/arranca-rehabilitacion-del-tren-molinos-del-futuro-museo-industrial-del-azucar-motril-20220218_1870596#google_vignette). Último acceso: Junio 2025.
- [33] J. Piñar Samos y M. Giménes Yangua, *Compagnie de Fives-Lille pour constructions mécaniques et entreprises: matériel de sucrerie [catálogo]*. Asukaría Mediterránea, Granada, 1999.
- [34] *MADRID 1953 FERIA INTERNACIONAL DEL CAMPO*. Disponible en: <https://original-poster-barcelona.com/es/espana-fiestas-y-ferias/3856-madrid-1953-feria-internacional-del-campo.html>. Último acceso: Junio 2025.
- [35] *Facebook*. Disponible en: <https://www.facebook.com/photo/?fbid=943949421110642&set=pcb.943949621110622>. Último acceso: Junio 2025.
- [36] *Muere Miguel Giménez Yanguas, custodio del patrimonio industrial de Granada y honoris causa por la UGR*. Disponible en: [https://www.granadahoy.com/granada/muere-miguel-gimenez-yanguas-granada-ugr\\_0\\_2003692785.html](https://www.granadahoy.com/granada/muere-miguel-gimenez-yanguas-granada-ugr_0_2003692785.html). Último acceso: Junio 2025.

- [37] M. Á. Rubio Gandí, M. Giménez Yanguas, y J. M. Reyes Mesa. *Patrimonio industrial en Granada*. Universidad de Granada, Granada, 2003.
- [38] *La rehabilitación de la Nave de Molinos de la Fábrica del Pilar de Motril comenzará dentro de un mes*. Disponible en: <https://www.granadadigital.es/rehabilitacion-nave-molinos-fabrica-pilar-motril-comenzara-dentro-mes/>. Último acceso: Junio 2025.
- [39] *La Azucarera, el legado histórico de Motril que reabre sus puertas*. Disponible en: <https://www.granadadigital.es/azucarera-motril-vuelve-abrir-puertas-publico-100-anos-despues/>. Último acceso: Junio 2025.
- [40] *Fábrica Ntra. Sra. del Pilar - Ayuntamiento de Motril*. Disponible en: <https://motril.es/patrimonio-industrial-del-azucar/fabrica-ntra-sra-del-pilar/>. Último acceso: Junio 2025.
- [41] *Motril y TICCIH unen esfuerzos para la recuperación de la Fábrica del Pilar a través de la firma de un convenio de colaboración - Ayuntamiento de Motril*. Disponible en: <https://motril.es/motril-y-ticcih-unen-esfuerzos-para-la-recuperacion-de-la-fabrica-del-pilar-a-traves-de-la-firma-de-un-convenio-de-colaboracion/>. Último acceso: Junio 2025.
- [42] *Datos interesantes de la provincia 1890-1899*. Disponible en: <https://www.adurcal.com/enlaces/mancomunidad/defensor/otros9/index.htm>. Último acceso: Junio 2025.
- [43] *¿Qué es una amoladora? | HNTTOOLS - Suministros industriales en Zaragoza*. Disponible en: <https://hntools.es/herramientas-industriales/que-es-una-amoladora/#>. Último acceso: Junio 2025.
- [44] *What is a Grinding Machine: Definition, Types, Components & Usage*. Disponible en: <https://www.3erp.com/blog/grinding-machine/>. Último acceso: Junio 2025.
- [45] *Healey Mills Marshalling Yard Revisit, January 2015 | Derelict Places - Urban Exploring Forum*. Disponible en: <https://www.derelictplaces.co.uk/threads/healey-mills-marshalling-yard-revisit-january-2015.30362/>. Último acceso: Junio 2025.
- [46] *Ford-Smith Machine Co., Ltd. - History | VintageMachinery.org*. Disponible en: <http://vintagemachinery.org/mfgindex/detail.aspx?id=2877>. Último acceso: Junio 2025.
- [47] *El Torno: Todo aquello que hay que saber - Crom Subministrants Industrials S.L.U.* Disponible en: <https://cromsi.com/blog/2024/05/24/el-torno-todo-aquello-que-hay-que-saber/>. Último acceso: Junio 2025.
- [48] *The Stonemason's Lathe – MORUYA and District Historical Society Blog*. Disponible en: <https://blog.mdhs.org.au/2022/06/10/the-stonemasons-lathe/>. Último acceso: Junio 2025.
- [49] *Photo Index - Bradford Machine Tool Co. - Engine Lathe | VintageMachinery.org*. Disponible en: <http://vintagemachinery.org/photoindex/detail.aspx?id=39748>. Último acceso: Junio 2025.
- [50] D. Ramírez. *Manual de mantenimiento de torno convencional y aplicación algunos tipos de soldadura*. ECORFAN - Spain, Madrid, 2015.

- [51] *La fascinante historia y evolución de los tornos | MachineMFG*. Disponible en: <https://www.machinemfg.com/es/what-is-a-lathe-history-and-development/>. Último acceso: Junio 2025.
- [52] *Photo Index - Fitchburg Machine Works, S. C. Wright & Co. - Fitchburg lathe | VintageMachinery.org*. Disponible en: <http://vintagemachinery.org/photoindex/detail.aspx?id=43157>. Último acceso: Junio 2025.
- [53] Jo. Cantrell. *Nasmyth, Wilson & Co : patricroft locomotive builders*. 2009.
- [54] J. Wickham. Roe. *English & American tool builders : the men who created machine tolos*. Lindsay Publications, Bradley, 1987
- [55] George B. Hartson - 1848 Article-George B. Hartson, Metal Planer | VintageMachinery.org. Disponible en: <http://vintagemachinery.org/mfgindex/imagetdetail.aspx?id=8075>. Último acceso: junio 2025.
- [56] *William Sellers & Co. - 1876 Image-William Sellers & Co., Iron Planer | VintageMachinery.org*. Disponible en: <http://vintagemachinery.org/mfgindex/imagetdetail.aspx?id=3152>. Último acceso: Junio 2025.
- [57] *Camelback Drills*. Disponible en: [https://beautifuliron.com/gs\\_drills\\_camelback.htm](https://beautifuliron.com/gs_drills_camelback.htm). Último acceso: Junio 2025.
- [58] *Photo Index - W. F. & John Barnes Co. - Floor model Drill Press | VintageMachinery.org*. Disponible en: <http://www.vintagemachinery.org/photoindex/detail.aspx?id=839>. Último acceso: Junio 2025.
- [59] *Photo Index - Buffalo Forge Co. - Model 20 Drill Press | VintageMachinery.org*. Disponible en: <http://www.vintagemachinery.org/photoindex/detail.aspx?id=3612>. Último acceso: Junio 2025.
- [60] *When Was the First Drill Press Invented? A Brief History – Tools Advisers*. Disponible en: <https://toolsadvisers.com/when-was-the-first-drill-press-invented/>. Último acceso: Junio 2025.
- [61] *The History And Evolution of Drill Presses - Tools Tutor*. Disponible en: <https://toolstutor.com/history-of-drill-presses/>. Último acceso: Junio 2025.
- [62] *How to Maintain a Drill Press: Essential Tips for Peak Performance*. Disponible en: <https://worldofwoodcraft.com/how-to-maintain-a-drill-press/>. Último acceso: Junio 2025.
- [63] J. Bañuelos. *Digitalización del Patrimonio Cultural*. Universidad de los Hemisferios, Quito, 2005.
- [64] *¿Qué es y para qué sirve la fotogrametría? - UAVLatam*. Disponible en: <https://uavlatam.com/que-es-la-fotogrametria-como-funciona/>. Último acceso: Junio 2025.

## 9. Bibliografía

- [65] *Meshroom para Windows - Descarga gratis en Uptodown*. Disponible en: [https://meshroom.uptodown.com/windows#google\\_vignette](https://meshroom.uptodown.com/windows#google_vignette). Último acceso: Junio 2025.