



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



FACULTAT DE BELLES  
ARTS DE SANT CARLES

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

Facultad de Bellas Artes

ICA-FONO. ESTUDIO TÉCNICO E INTERVENCIÓN DE  
UN GRAMÓFONO DEL MUSEO DE LA  
TELECOMUNICACIÓN UPV

Trabajo Fin de Grado

Grado en Conservación y Restauración de Bienes Culturales

AUTOR/A: Vilar Caballero, Celia

Tutor/a: Madrid García, José Antonio

Cotutor/a: Bachiller Martín, María Carmen

Director/a Experimental: Doménech García, Beatriz

CURSO ACADÉMICO: 2024/2025

## RESUMEN

El siguiente Trabajo Final de Grado se compone del estudio técnico y la intervención de la pieza 'Ica-fono', perteneciente a la colección del Museo de la Telecomunicación Vicente Miralles Segarra, ubicado en el Campus de la Vera de la Universitat Politècnica de València (UPV). El Ica-fono es un gramófono que data de la década de 1920, con la particularidad de que es portátil y que el sonido que se propaga por la corneta impacta en un reflector parabólico que lo redirige y amplifica, resultando en un uso más eficiente que siendo únicamente una bocina, como en los gramófonos tradicionales. Con ello se busca fomentar el patrimonio científico-técnico y la puesta en valor del objeto.

Para su realización, se dividirá en varias partes: el estudio técnico, el cual constará de un estudio fotográfico y radiológico, de sus materiales, su composición y su mecanismo, y, por otro lado, la intervención, en la que se procederá a limpiar y estabilizar a la pieza.

La pieza va a ser intervenida en el taller del Fondo de Arte de la UPV.

## PALABRAS CLAVE

Ica-fono; gramófono; Museo de la Telecomunicación UPV; Fondo de Arte y Patrimonio de la UPV; patrimonio tecnológico; reproducción de audio.

## RESUM

El següent Treball de Fi de Grau es compon de l'estudi tècnic i la intervenció de la peça "Ica-fono", pertanyent a la col·lecció del Museu de la Telecomunicació Vicente Miralles Segarra, ubicat al Campus de la Vera de la Universitat Politècnica de València (UPV). L'Ica-fono és un gramòfon que data de la dècada del 1920, amb la particularitat de ser portàtil i que el seu so que es propaga per la corneta impacta a un reflector parabòlic que ho redirigix i amplifica, resultant en un ús més eficient que si fora únicament una botzina, com en els gramòfons tradicionals. Amb això es busca fomentar el patrimoni tecnològic i la posta en valor de l'objecte.

Per a la seua realització, es dividirà en dues parts: l'estudi tècnic, el qual constarà d'un estudi fotogràfic i radiològic, dels seus materials, la seua composició i mecanisme, i, per altra banda, la intervenció, en la qual es procedirà a netejar i estabilitzar la peça.

La peça serà intervinguda al taller del Fons d'Art i Patrimoni de la UPV.

## PARAULES CLAU

Ica-fono; gramòfon; Museu de la Telecomunicació UPV; Fons d'Art i Patrimoni de la UPV; patrimoni tecnològic; reproducció d'àudio.

## ABSTRACT

The following Final Degree Project consists of the technical study and intervention of the piece 'Ica-fono', belonging to the collection of the Museum of Telecommunications Vicente Miralles Segarra, located on the Campus de la Vera of the Universitat Politècnica de València (UPV). The Ica-fono is a gramophone dating from the 1920s, with the particularity that it's portable and the sound it spreads through the bugle impacts on the parabolic reflector, which redirects and amplifies it, resulting in a more efficient use than with just a horn, as seen in traditional gramophones. The aim is to promote the scientific-technical heritage and to enhance the value of the object.

For its realization, it will be divided into several parts: the technical study, which will consist of a photographic and radiological study, of its materials, its composition and mechanism, and, on the other hand, the intervention, which will proceed to clean and stabilize the piece.

The piece will be intervened in the workshop of the Art Fund of the UPV.

## KEYWORDS

Ica-fono; gramophone; Museum of Telecommunication UPV; art and Heritage Fund of the UPV; scientific-technical heritage; audio reproduction.

## AGRADECIMIENTOS

*En primer lugar, me gustaría agradecer a mis tutores: a Carmen Bachiller por brindarme la oportunidad y su confianza para intervenir una pieza como es el Ica-fono, a José Madrid por su dirección, lecciones e introspectiva hacia la realización de este trabajo, y a Beatriz Doménech por su incesable apoyo, guía y amistad durante todo el proceso.*

*Por supuesto, a mi familia por su cariño incondicional durante los años de carrera. Espero que este trabajo sea los frutos también para ellas.*

*A mis amigas más cercanas, compañeras de profesión, y compañeras de taller, por las amenas conversaciones sobre nuestras frustraciones, por ser admirables y por poder ver lo que no sabía valorar de mí.*

*Y, por último, pero no menos importante, a Antonio Albiol Montagud, por apostar por la cultura y el patrimonio científico, y querer que el Ica-fono sea visto por más gente.*

# ÍNDICE

|                                                                  |           |
|------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1. INTRODUCCIÓN .....</b>                                     | <b>8</b>  |
| <b>2. OBJETIVOS .....</b>                                        | <b>11</b> |
| <b>3. METODOLOGÍA .....</b>                                      | <b>12</b> |
| <b>4. EL ICA-FONO.....</b>                                       | <b>14</b> |
| 4.1. CONTEXTO HISTÓRICO DE LA REPRODUCCIÓN DE SONIDO.....        | 14        |
| 4.2. APROXIMACIÓN HISTÓRICA AL ICA-FONO .....                    | 18        |
| 4.3. MUSEO DE LA TELECOMUNICACIÓN VICENTE MIRALLES SEGARRA ..... | 22        |
| <b>5. ESTUDIO TÉCNICO Y ESTRUCTURAL .....</b>                    | <b>25</b> |
| 5.1. CARACTERÍSTICAS DE LA MÁQUINA .....                         | 25        |
| 5.2. MECÁNICA DEL ICA-FONO .....                                 | 26        |
| 5.3. RECUBRIMIENTOS Y DECORACIONES .....                         | 28        |
| <b>6. ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LAS PARTES MATERIALES .....</b>  | <b>30</b> |
| 6.1. LÍGNEO .....                                                | 30        |
| 6.2. TEXTIL.....                                                 | 32        |
| 6.3. METALES .....                                               | 34        |
| <b>7. PROCESO DE INTERVENCIÓN.....</b>                           | <b>38</b> |
| 7.1. TRASLADO, DOCUMENTACIÓN GRÁFICA Y PRUEBAS INICIALES .....   | 38        |
| 7.2. LIMPIEZA.....                                               | 40        |
| 7.3. PROTECCIÓN DE ELEMENTOS METÁLICOS .....                     | 48        |
| 7.4. RETIRADA DE ELEMENTOS DAÑINOS.....                          | 50        |
| 7.5. PROCESOS PENDIENTES .....                                   | 53        |
| 7.5.1. <i>Líneo</i> .....                                        | 53        |
| 7.5.2. <i>Textil</i> .....                                       | 54        |
| 7.5.3. <i>Sustitución de elementos eliminados</i> .....          | 56        |
| <b>8. MEDIDAS DE CONSERVACIÓN PREVENTIVA .....</b>               | <b>58</b> |
| 8.1. PROPUESTA DE EXPOSICIÓN.....                                | 59        |
| <b>9. CONCLUSIONES .....</b>                                     | <b>60</b> |
| <b>10. BIBLIOGRAFÍA.....</b>                                     | <b>62</b> |
| <b>11. ÍNDICE DE IMÁGENES.....</b>                               | <b>68</b> |
| <b>12. ANEXOS.....</b>                                           | <b>70</b> |
| 12.1. ODS .....                                                  | 70        |

|                                                   |    |
|---------------------------------------------------|----|
| 12.2. ANEXO FOTOGRÁFICO .....                     | 72 |
| 12.2.1. <i>Traslado</i> .....                     | 72 |
| 12.2.2. <i>Registro fotográfico inicial</i> ..... | 72 |
| 12.2.3. <i>Radiografías</i> .....                 | 83 |
| 12.2.4. <i>Gramófonos análogos</i> .....          | 86 |

# 1. INTRODUCCIÓN

En el presente Trabajo de Fin de Grado (TFG), se ha recopilado el proceso de estudio histórico-técnico, estado de conservación e intervención del gramófono portátil "Ica-fono" (fig. 1), pieza datada de la década de 1920 y perteneciente a la exposición permanente del Museo de la Telecomunicación Vicente Miralles Segarra de la Universitat Politècnica de València (UPV).

Debido a los tiempos cambiantes y el alza de la clase media, la cultura del ocio y entretenimiento tomó gran parte del interés en la ciencia de la acústica. La relevancia de la reproducción musical a principios del siglo XX por el desarrollo de los discos de pizarra, los cuales permitían más reproducciones y tenían una mayor fidelidad del sonido que los cilindros de cera antecesores, permitió extender la música y su industria a más allá de los hogares y lugares de reunión, debido a la facilidad de transportar allá donde se quisiera la caja que contenía todo lo necesario y requerir solamente de dar cuerda al motor mecánicamente para escuchar tu disco favorito.

En los últimos años, la inclusión del patrimonio tecnológico en el ámbito cultural ha ganado relevancia. Siendo un concepto ambiguo, en el que aún se deben considerar aspectos particulares de cada cultura, tradiciones y vinculación emocional a él, cuando se aplica a la tecnología aparece la obsolescencia. Fuera de la concepción artística del patrimonio, existen datos relevantes históricos que ayudan a comprender la evolución humana y los cambios durante siglos en base a los artilugios y aparatos más allá de la funcionalidad presente. Dentro de ello, las piezas tecnológicas no se quedan atrás en el reflejo del cambio histórico y la vivencia de ciertas épocas, entrando en aspectos etnológicos y con una interpretación que incluye el diseño, los materiales empleados, etc., más allá de la obsolescencia o relevancia actual<sup>1</sup>. Es en la Ley 16/1985 del Patrimonio Histórico Español cuando se incluye el patrimonio tecnológico como relevante culturalmente, pero no hasta la Ley 14/2011 de la Ciencia, la Tecnología y la Innovación que se busca fomentar dicha cultura, y, más recientemente, en la Ley 8/2023 de Patrimonio Cultural de la Comunidad de Madrid, que se define el patrimonio científico y tecnológico. En esta última ley también se defienden los derechos y necesidad de protección de los objetos pertenecientes.

---

<sup>1</sup> BACHILLER, Carmen, COLOMINA, Antoni y DOMÉNECH, Beatriz. Conservación del patrimonio tecnológico: los equipos de telecomunicación del siglo XX. En: *Conservación de Arte Contemporáneo 24ª Jornada* [en línea]. Madrid: Museo Nacional Centro de Arte Reina Sofía, 2023, pp. 84. [consultado el 25 de noviembre de 2024]. Disponible en: <https://www.museoreinasofia.es/publicaciones/conservacion-arte-contemporaneo-24a-jornada>

El Ica-fono fue donado a la Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Telecomunicación (ETSIT), previo a la creación del museo, y formó parte de los fondos del centro docente desde 2010. Esta pieza destaca entre sus similares, debido a que se trata de un gramófono que se comercializaba como portátil. Esto es posible debido a la sustitución de la característica corneta del aparato por un reflector parabólico para la propagación del sonido. El aparato aún mantiene su funcionalidad de reproducción sonora.

Previo a esta memoria, el gramófono nunca había sido intervenido en profundidad, manteniéndose en el estado afectado en el que llegó y resultando en una conservación potencialmente nociva para la perdurabilidad de la pieza y las de su alrededor debido a la presencia de óxido y un pasado ataque fúngico. Además, la variedad en materiales a intervenir y la falta de documentación bibliográfica propone cierta complejidad a la hora de tratarla, requiriendo una ampliación de los conocimientos previos.

El proceso de intervención se dividió en los tres materiales que el aparato: metal, madera y textil. Se siguieron los criterios de respeto y reversibilidad de los materiales y tratamientos aplicados hacia la pieza, optando por una mínima intervención que constara de la retirada de elementos perjudiciales a su estabilidad y estabilización de los materiales afectados, empleando materiales reversibles y tratando de no eliminar por completo la huella histórica.

Con la realización de este trabajo y redacción de su correspondiente memoria se pretende fomentar la inclusión, protección y puesta en valor del patrimonio tecnológico en el ámbito de la conservación y restauración de bienes culturales. En ella, se explicarán los estudios realizados, proceso de intervención, tanto realizado como pendiente, y, por último, parámetros para su conservación dentro del espacio expositivo en el que se encuentra.



Fig. 1. Gramófono portátil "Ica-fono". Década de 1920.

Procedente del Museo de la Telecomunicación Vicente Miralles Segarra de la UPV.

## 2. OBJETIVOS

El objetivo principal de este Trabajo Fin de Grado es higienizar y estabilizar estructuralmente el estado de conservación del Ica-fono a través de su intervención mediante procesos de conservación curativa y dar paso a la restauración que preserven su integridad, teniendo en cuenta su historia y composición material. Además, se pretende reforzar con la investigación y atención al patrimonio tecnológico, el cual se encuentra inferiormente estudiado y documentado comparado con otros ámbitos, como es el cultural.

A partir de ellos, se han tramado los siguientes objetivos de carácter específico:

1. Determinar los materiales que componen al Ica-fono a través de la información obtenida por análisis no invasivos para la pieza.
2. Acordar el nivel de degradación de cada material y su origen.
3. Reforzar la puesta en valor y la musealización del Ica-fono a través de la investigación sobre su funcionamiento, creación y donación.
4. Desarrollar una propuesta de conservación preventiva para la pieza.
5. Relacionar los aspectos respecto a la difusión del patrimonio tecnológico, los materiales empleados en la intervención y la gestión de residuos con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) presentados por la ONU para la Agenda 2030.

### 3. METODOLOGÍA

Para alcanzar los objetivos descritos en el apartado anterior, se desarrolló una metodología respectiva a cada aspecto a abarcar.

En primer lugar, para el ámbito teórico de contextualización histórica del gramófono se consultaron el siguiente tipo de fuentes:

- Fuentes primarias digitalizadas: artículos y actas contemporáneas a la invención del Ica-fono, datados desde 1888 a 1913, accesibles de manera online libre en las páginas web de *The Library of Congress* e *Internet Archive*.
- Recursos institucionales y museográficos: sitios webs de museos especializados, como la del Museo de la Telecomunicación Vicente Miralles Segarra, Museu de la Música de Barcelona y Powerhouse Collection (Australia), donde se pudo consultar datos contextuales, técnicos e históricos relevantes para el estudio.
- Bibliografía académica: monografías como *The Audible Past*, de Jonathan Sterne, contribuyeron a una visión crítica sobre la evolución de los aparatos de reproducción de sonido y los impactos socioculturales de éstos.
- Testimonios orales y contacto directo: se contactó con el hijo del donante del Ica-fono, Antonio Albiol Colomer, quien ofreció información sobre el origen del Ica-fono y cómo llegó el aparato al museo.
- Fuentes informales y coleccionismo aficionado: se destaca la contribución de coleccionistas y entusiastas, ya que, debido a la falta de información respecto al inventor y origen del Ica-fono por parte del Museo y el hijo del donante, se requirió ampliar la búsqueda a fuentes menos acreditadas. Un ejemplo de ello sería la página web de Colección FB, donde se destacan firmas españolas y se ha realizado un exhaustivo registro fotográfico de estos aparatos, sus accesorios y discos. Por otro lado, se encuentra todocolección.net, donde existen a la venta recortes de periódicos en los que se anuncia el Ica-fono. Aunque no se trate de expertos credenciales, la información aportada se ha podido contrastar y valorar de manera positiva, reconociendo que a nivel académico no son una fuente correctamente acreditada.

En cuanto a la base teórica en las que se ha fundamentado la intervención, se consultaron monografías y artículos en conferencias y revistas sobre la intervención de bienes culturales, como la limpieza específica de materiales, criterios de intervención y conservación preventiva. También se consultaron trabajos académicos relacionados, como Trabajos de Fin de Grado y de Máster

aplicados a los bienes culturales de las colecciones y museos de la Universitat Politècnica de València (UPV).

El registro fotográfico se realizó en el taller de restauración del Fondo de Arte y Patrimonio de la UPV, con una cámara fotográfica Sony® ILCE-7M2 obtener imágenes generales del gramófono, así como de sus detalles de éste y de sus daños, junto a fotografías aumentadas con el microscopio digital Dino-lite® Premier Digital Microscope (modelo AM4113 T-TVW(R4)), pudiendo aplicar fluorescencia ultravioleta. En conjunto a ello, también se ha podido realizar un estudio radiológico de la pieza en el Laboratorio de Inspección Radiológica, del Instituto Universitario para la Restauración del Patrimonio (IRP), en la UPV.

En cuanto al campo práctico, la intervención se realizó en su totalidad en el taller de restauración del Fondo de Arte y Patrimonio de la UPV. Debido a que el gramófono cumple su funcionalidad con respecto a la reproducción de discos de pizarra, la restauración se enfocó en la higienización, curación y protección del aparato. En primer lugar, se analizaron los materiales componentes de la pieza a través de exámenes visuales y comparativos para acotar su denominación y características. A continuación, en base a los datos obtenidos en los análisis, se desarrolló un mapa conceptual de la propuesta de intervención con el objetivo de organizar y proceder a una actuación ordenada.

Por último, procedería la vinculación del trabajo con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) presentados por la ONU para la Agenda 2030, donde se plantean 17 objetivos para hacer frente a desafíos del planeta y la humanidad que deben superarse. En este trabajo se buscará seguir los ODS 3, 4, 6, 11, 12 y 14<sup>2</sup>, con relación a la protección y divulgación del patrimonio (11.4), materiales empleados y gestión de residuos (3.9 / 6.4 / 12.4 / 14.1). Para la descripción de cada ODS específico, ver [Anexo 12.1](#).

---

<sup>2</sup> Los títulos vinculados a dichos objetivos son: 3. *Salud y bienestar*, 6. *Agua limpia y saneamiento*, 11. *Ciudades y comunidades sostenibles*, 12. *Producción y consumo responsables*, y 14. *Vida submarina*.

## 4. EL ICA-FONO

### 4.1. CONTEXTO HISTÓRICO DE LA REPRODUCCIÓN DE SONIDO

La grabación y reproducción de sonido, según la enciclopedia Britannica, se define como la «*transcripción de vibraciones en el aire que son percibidas como sonido a un medio de almacenamiento (...). En la reproducción de sonido el proceso es invertido para que las variaciones almacenadas en el medio sean convertidas de nuevo a ondas sonoras*»<sup>3</sup>. El interés por el estudio del sonido y la audición en sí se desarrolló a partir de 1750<sup>4</sup>, dónde se comprende “reproducción de sonido” a la telefonía, fonógrafo, radio y gramófono. Este trabajo se centrará en la categoría a la que pertenecen los dos últimos: aparatos timpánicos de diafragma y aguja.

El origen de este interés data de mediados del siglo XIX, concurriendo con el principio de la Segunda Revolución Industrial en Estados Unidos junto a sus consecuentes cambios sociales y culturales, como fue el crecimiento económico de Estados Unidos debido al avance en el transporte transatlántico, y el rápido crecimiento de fábricas, minerías y ferrocarriles. También influyó el éxodo rural, llegando a censarse más población en ciudades que en granjas<sup>5</sup>. Con los previos avances en cine y sonido, la cultura del entretenimiento en las ciudades fue directamente relacionada con la historia de la reproducción sonora, junto al debate de la fidelidad, tal y como describe Jonathan Sterne en *The Audible Past*:

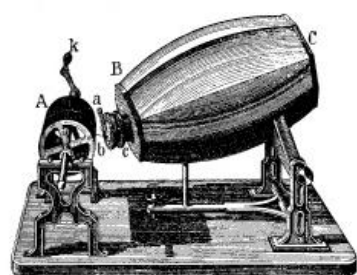
Las aspiraciones, condiciones y realidades unidas a las primeras tecnologías sonoras dependían del mundo social que habitaban, dónde y cómo eran propagadas. Los primeros consumidores de las tecnologías de reproducción de sonido eran personas blancas de clase alta y media. Ya fuera por trabajo u ocio, la telefonía, fonografía y radio tempranas se encontraban más a menudo en los espacios emergentes de la nueva cultura de clase media. (...) La historia temprana del teléfono y la fonografía tiene tanto que ver con el

---

<sup>3</sup> BERG, Richard E. Sound recording | Techniques, Equipment & History. *Encyclopedia Britannica* [en línea]. 26 de julio de 1999. [consultado el 17 de mayo de 2024]. Disponible en: <https://www.britannica.com/technology/sound-recording>

<sup>4</sup> STERNE, Jonathan. “Hello!”. En: *The Audible Past* [en línea]. Durham and London: Duke University Press, 2003. p. 2. [consultado el 27 de marzo de 2024]. Disponible en: doi:10.1215/9780822384250

<sup>5</sup> ENGELMAN, Ryan. The Second Industrial Revolution, 1870-1914. *US History Scene* [en línea]. [sin fecha]. [consultado el 28 de junio de 2024]. Disponible en: <https://ushistoryscene.com/article/second-industrial-revolution/>



Phonograph.  
B, barrel with opening at C; k, brass tube with membrane and style at B, and movable piece a, by which the position of the needle points can be regulated; A, handle to turn cylinder (C) covered with lampblack paper.

Fig. 2. Representación gráfica del fononautógrafo de Scott de Martinville. 1911.

hogar cambiante y la vida laboral de la clase media como con la planificación corporativa y la experimentación.<sup>6</sup>

La evolución de la reproducción de sonido nace de una miríada de inventores y emprendedores de todo el mundo<sup>7</sup>, unidos por el interés por conocer cómo los órganos humanos pueden emitir y captar sonido. El desarrollo para comprender cómo transmitir sonido cambió su foco de atención de la recreación de cuerdas vocales, al sistema auditivo y en la otología.

En varios textos y artículos contemporáneos a la invención del gramófono, se acredita a Édouard-Léon Scott de Martinville como precursor de la grabación de sonido y, en consecuencia, la reproducción sonora. En 1857 se aprueba la patente del fononautógrafo (del griego *φωνο* "sonido", *αὐτό* "uno mismo", y *γράφειν* "escribir"), una máquina con el objetivo de representar visualmente ondas sonoras y ser objeto de estudio (fig. 2). Su funcionamiento estaba basado en el oído medio, presentando el equivalente del tímpano, martillo y estribo, y resultando en el método siguiente: el sonido se concentraba a través de un embudo cónico (el cual equivaldría al conducto auditivo), el cuál hacía vibrar un diafragma. Éste estaba unido a una aguja y, al son de las vibraciones, trazaba (o grababa) en un cristal ennegrecido con hollín.

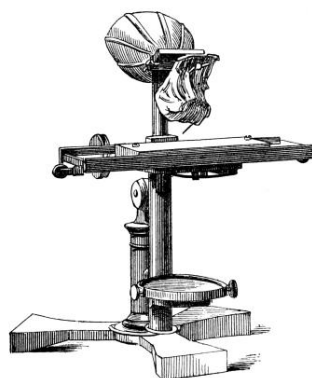


Fig. 3. Representación gráfica del fononautógrafo de Alexander Graham Bell y Clarence J. Blake. 1877.

La relación entre el sonido y su representación visual no solo se adentra en cómo funciona, sino que también coloca al cuerpo humano como objeto de estudio para comprender las cuestiones sobre el sonido. Un ejemplo de ello sería el fononautógrafo humano de Alexander Graham Bell y Clarence J. Blake, construido en 1874 (fig. 3). A diferencia del ideado por Scott de Martinville, que empleaba membranas de hojas de tripa y madera de boj para aproximarse al sistema auditivo humano<sup>8</sup>, Bell y Blake emplearon una oreja humana auténtica como sistema timpánico para el aparato, ya que creían que ofrecería un mayor nivel de sensibilidad y una lectura más certera<sup>9</sup>. A través de ello, Bell trató de cumplir su objetivo de borrar las diferencias lingüísticas entre personas hábiles y personas sordas o sordomudas<sup>10</sup>; buscaba una manera de poder enseñarles a hablar de manera locutiva, mostrando cómo sonaban (o,

<sup>6</sup> STERNE, Jonathan. Plastic Aurality: Technologies into Media. En: *The Audible Past* [en línea]. Durham and London: Duke University Press, 2003. p. 191, 197. [consultado el 29 de junio de 2024]. Disponible en: doi:10.1215/9780822384250

<sup>7</sup> MOREDA, Eva. Inventing the Recording. *The Public Domain Review* [en línea]. 12 de julio de 2017. [consultado el 29 de junio de 2024]. Disponible en: <https://publicdomainreview.org/essay/inventing-the-recording/>

<sup>8</sup> EVERRETT, Tom. Writing sound with a human ear: reconstructing Bell and Blake's 1874 ear phonograph. En: *Science Museum Group Journal* [en línea]. Londres: Department of Research and Public History of the Science Museum of London, 2019, nº 12. [consultado el 29 de junio de 2024]. Disponible en: doi:10.15180/191206

<sup>9</sup> *Ibidem*.

<sup>10</sup> STERNE, Jonathan. "Machines to Hear for Them". En: *The Audible Past* [en línea]. Durham and London: Duke University Press, 2003. pp. 36-37. [consultado el 29 de junio de 2024]. Disponible en: doi:10.1215/9780822384250



Fig. 4. Thomas Edison junto una de las primeras versiones del fonógrafo. 1877.

concretamente, cómo se veían) las vocales, pudiendo comparar las grabaciones en vidrio de ejemplo con las suyas propias<sup>11</sup>. A pesar de las intenciones filantrópicas de Bell, su estima por la eugenesia hizo que la comunidad sorda percibiera a él y a su fonautógrafo como un encubrimiento de la cultura sorda y una anteposición del oralismo, creyendo que eran las personas sordas quienes debían integrarse en la sociedad y borrar su discapacidad, y no la sociedad adaptarse a ellas<sup>12</sup>. Aun así, la invención en sí abrió camino a la consecuente investigación y desarrollo de aparatos acústicos.

Avanzando a 1877, Thomas Alva Edison (fig. 4) buscaba una máquina que pudiera transcribir los mensajes telegráficos a través de muescas en papel. Esto le llevó a experimentar con diafragmas y diferentes materiales, concluyendo en un cilindro laminado con estaño rotado a manivela, transmitiendo el sonido por una corneta conectada a un diafragma y a una aguja fija que marcaba sobre el estaño. La invención, cuya fabricación se acredita al mecánico contratado por Edison, John Kruesi, dio lugar al fonógrafo. En el momento de la prueba, Edison recitó la popular canción infantil estadounidense *Mary Had a Little Lamb*, resultando en la máquina reproduciendo de vuelta su voz<sup>13</sup>. Tras el éxito de su invención, Edison fundó la Edison Speaking Phonograph Company al año siguiente, e incluyó algunas mejoras al aparato, como dos juegos de aguja y diafragma: una para la grabación y otra para la reproducción.

El estadounidense dejó fluir su mente sobre las maneras en que podría utilizarse el fonógrafo, desde enseñar a enunciar, audiolibros, sustituir empleos como el de estenógrafo, preservar idiomas, alarmas... A pesar de su exaltación, pronto presentó problemas, ya que era demasiado complicado de emplear para el usuario medio (lo cual detenía las intenciones previas) y la lámina de estaño se rompía a las pocas reproducciones. Después de todo el triunfo y su adoración por su nueva invención, debido a las complicaciones

<sup>11</sup> STERNE, Jonathan. *Opus cit.* pp. 36-37.

<sup>12</sup> GREENWALD, Brian H. disability history museum--Education: Essay: Disability History Museum. *Disability History Museum* [en línea]. [sin fecha]. [consultado el 29 de junio de 2024]. Disponible en: <https://www.disabilitymuseum.org/dhm/edu/essay.html?id=59>

<sup>13</sup> Este dato puede resultar anticuado, ya que en 2008 la iniciativa *First Sounds* localizó los fonautogramas realizados en la década de 1860 por Scott de Martinville con su fonautógrafo. A pesar de que la intención de Scott no era que fueran reproducibles, se empleó un software para convertir las líneas de los fonautogramas en ondas sonoras, consiguiendo así oír la primera grabación de sonido donde una voz humana es reconocible: Scott de Martinville recitando la canción francesa *Au Clair de la Lune*, datando del 9 de abril de 1860. Debido a no poder ser reproducibles sobre su propio soporte, su título ha sido objeto de debate entre la comunidad científica. Extraído de: FIRST SOUNDS. The Phonautograms of Édouard-Léon Scott de Martinville. *FirstSounds.ORG* [en línea]. [sin fecha]. [consultado el 28 de junio de 2024]. Disponible en: <http://www.firstsounds.org/sounds/scott.php>

Edison movió toda su atención a futuros negocios como la bombilla incandescente<sup>14</sup>.

Según relata Emile Berliner en *The Gramophone: Etching the Human Voice* (fig. 5), los empleados del Laboratorio Volta, Charles Sumner Tainter y Chichester Alexander Bell (primo de Alexander Graham Bell) trataron de mejorar la durabilidad y calidad de sonido del fonógrafo de Edison. Tras dos años de pruebas, concluyeron que debía mejorarse de las siguientes maneras: cambiar el proceso de marcaje por uno de grabado, emplear cera de abeja endurecida con parafina o similares, y grabar con una voz de volumen medio, ya que resultaba en una mejor enunciación que levantando la voz<sup>15</sup>. El nuevo invento fue patentado el 4 de mayo de 1886, y fue presentado como “grafófono”.

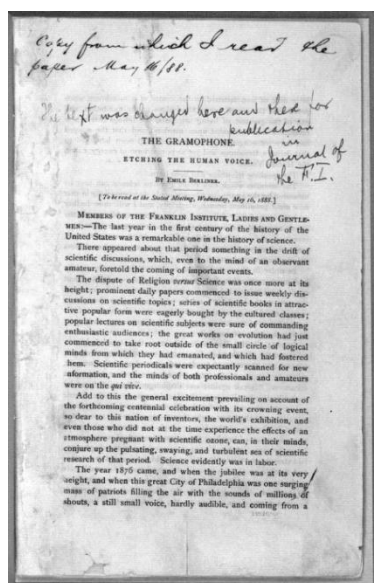


Fig. 5. Frontispicio de *The Gramophone: Etching the Human Voice*, por Emile Berliner. 1888.

Debido a la buena recepción recibida, Tainter y Bell enviaron representantes a Edison para encontrar una colaboración en la que ambos pudieran beneficiarse, ya que admitían que el grafófono era una mejora del fonógrafo hasta cierto punto, pero se encontraron con indiferencia por parte de los representantes de Edison. Después del paso de los meses, el estadounidense tomó las mejoras que ofrecía el grafófono y las implementó en lo que llamó “el nuevo fonógrafo”, con un cilindro compuesto de cera-resina, cera de abeja y cera esteárica<sup>16</sup>.

Dos años después, en 1887, Edison fundaría la Edison Phonograph Company, donde se aventuró en nuevos proyectos con el fonógrafo y los cilindros de cera, como sería la inclusión de un motor de resorte, su comercialización en Europa, y lanzar cilindros de marchas, canciones de minstrel, monólogos cómicos e incluso recreaciones de eventos. Respecto a los aspectos técnicos, los cilindros de cera medían aproximadamente 10'8 cm de largo y 5'5 cm de diámetro; de media reproducían a 120 BPM y alcanzaban una duración de apenas 2 minutos, lo cual implicaba ciertas desventajas. Otro obstáculo que presentaban era que, hasta que se pasó al siguiente siglo, no existía un proceso de duplicación en masa, resultando en los artistas teniendo que repetir sus actuaciones una y otra vez para poder llegar a la demanda de cantidad, produciendo una calidad inconsistente debido a que la grabación era manual.

<sup>14</sup> LIBRARY OF CONGRESS. History of the Cylinder Phonograph | History of Edison Sound Recordings | Articles and Essays | Inventing Entertainment: The Early Motion Pictures and Sound Recordings of the Edison Companies | Digital Collections | Library of Congress. *The Library of Congress* [en línea]. [sin fecha]. [consultado el 28 de junio de 2024]. Disponible en: <https://www.loc.gov/collections/edison-company-motion-pictures-and-sound-recordings/articles-and-essays/history-of-edison-sound-recordings/history-of-the-cylinder-phonograph/>

<sup>15</sup> BERLINER, Emile. *The Gramophone: Etching the Human Voice*. En: *Journal of the Franklin Institute of the State of Pennsylvania* [en línea]. Pennsylvania: Franklin Institute of the State of Pennsylvania, 1888, volumen CXXV, nº 6. pp. 433-434. [consultado el 20 de febrero de 2024]. Disponible en: <https://www.loc.gov/item/berl0179>

<sup>16</sup> LIBRARY OF CONGRESS, op. cit.

En 1902, finalmente, se desarrolló el método de duplicación *Gold-moulded*<sup>17</sup> o “moldeado en oro”. Gracias a la efectividad de este método, el fonógrafo alcanzó una mayor venta y su consecuente pico de éxito en 1905.

## 4.2. APROXIMACIÓN HISTÓRICA AL ICA-FONO

Berliner (fig. 6) fue un inventor alemán, nacionalizado estadounidense en 1881. Nacido en 1851 en el seno de una gran familia judía, Berliner en 1870 emigró a los Estados Unidos de América en búsqueda de mejores oportunidades, como muchos otros europeos en la misma década. Tras ser contratado en trabajos esporádicos, en Nueva York descubrió su interés por la ciencia y la investigación: consiguió un puesto como conserje en el laboratorio de Constantine Fahlberg, descubridor de la sacarina. De esta etapa temprana destaca cuando, en una demostración del teléfono de Alexander Graham Bell, modificó el transmisor para aumentar el volumen de la voz, lo cual le ganó un puesto en la propia empresa de Graham Bell. Berliner continuó formándose como electricista teórico, por lo que le era familiar la transmisión y reproducción de voz.

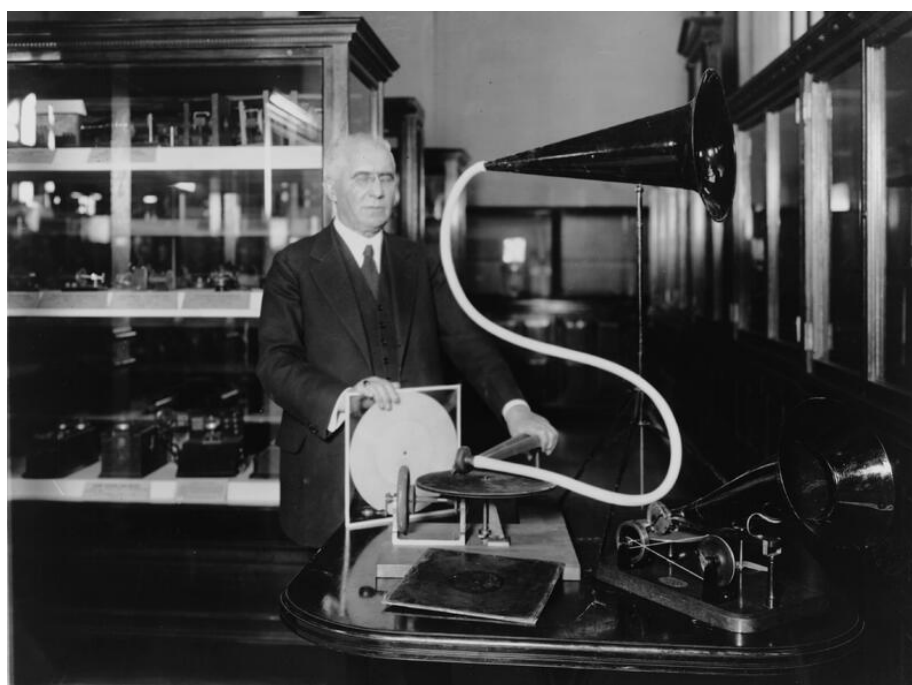


Fig. 6. Emile Berliner junto a uno de los primeros modelos de gramófono. C. 1910.

<sup>17</sup> Su metodología consistía en tomar un modelo de metal a partir de un cilindro original, al que posteriormente se le introducía un cilindro en blanco y se le aplicaba calor. Debido a la acción térmica, la cera se expandía y se le marcaban las muescas del metal. Una vez enfriaba la cera, esta disminuía de tamaño y podía extraerse fácilmente. La razón del título *gold* es debido a los indicios de este metal que se aplicaba como agente conductor en el original para su posterior moldeado. Extraído de: UCSB CYLINDER AUDIO ARCHIVE. Edison Gold-Moulded Cylinders | UCSB Cylinder Audio Archive. UCSB Cylinder Audio Archive [en línea]. [sin fecha]. [consultado el 29 de junio de 2024]. Disponible en: <https://cylinders.library.ucsb.edu/history-goldmoulded.php>

A partir de 1886 Berliner empezó a desarrollar el gramófono, los discos y su proceso de grabado y reproducción, buscando cómo solucionar las desventajas del fonógrafo. Tras examinar atentamente ambos fonógrafos, tanto el de Volta como el de Edison, concluyó que la cera era demasiado dúctil para la permanencia del sonido, las incisiones no eran lo suficientemente profundas y era complicado de duplicar. Además, estudió previos inventos, como el fononautógrafo de Édouard-Léon Scott de Martinville, para comprender si la dirección en la que se transcriben las vibraciones variaba la calidad del sonido.

Tras varios experimentos, Berliner encontró la forma en la que más fidelidad de sonido se obtenía, la cuál era con la técnica de aguafuerte. Un disco de cinc se barnizaba con una mezcla de una onza de cera de abeja y una pinta de benceno. Tras dejar evaporar el disolvente, se trazaba, con una aguja unida a un diafragma de mica, la música a desear, dejando expuesto el cinc. Seguidamente, se barnizaba el reverso del disco para su protección, y se sumergía en un baño de ácido crómico, corroyendo el cinc sin barnizar e incidiendo de manera exacta<sup>18</sup>. A partir de los discos originales de cinc se podían sacar moldes y réplicas de caucho endurecido, posteriormente goma laca, solucionando la cuestión del duplicado, aunque no sería patentado hasta 1893<sup>19</sup> (fig. 7). A diferencia de los cilindros de cera, la horizontalidad del trazado del sonido sobre una superficie inorgánica permitía una mayor calidad de sonido incluso en alto volumen, esto es debido a que la resistencia de la aguja es constante, tal y como comenta Berliner<sup>20</sup>.



Fig. 7. Disco de pizarra de Berliner Gramophones. 1897.

En 1887, el mismo año en el que Edison se aventuró a experimentar con el fonógrafo, Berliner continuó experimentando y patentó el gramófono, hasta que en la década de 1890 lanzó al mercado la primera versión. No pasó mucho tiempo hasta que desbancó al fonógrafo y a los cilindros de cera como el método de reproducción de sonido favorito, especialmente por las características comentadas anteriormente, como es la facilidad de duplicado y la fidelidad de sonido, pero también por aspectos domésticos como es la durabilidad de los discos, su resistencia mecánica y fácil almacenamiento. En cuanto al mecanismo del gramófono, las versiones de esta década funcionaban en base a un motor de resorte, al cual se le daba cuerda con una manivela. A finales de la década el gramófono se había extendido tanto en Estados Unidos

<sup>18</sup> BERLINER, Emile, *op. cit.* pp. 440-441.

<sup>19</sup> THE LIBRARY OF CONGRESS. The Gramophone | Articles and Essays | Emile Berliner and the Birth of the Recording Industry | Digital Collections | Library of Congress. *The Library of Congress* [en línea]. [sin fecha]. [consultado el 14 de octubre de 2024]. Disponible en: <https://www.loc.gov/collections/emile-berliner/articles-and-essays/gramophone/>

<sup>20</sup> BERLINER, Emile. The Improved Gramophone. En: *Transactions of the American Institute of Electrical Engineers* [en línea]. [sin lugar]: Institute of Electrical Engineers, 1891, volumen VIII, nº 1. pp. 19-30. [consultado el 10 de febrero de 2024]. Disponible en: <https://doi.org/10.1109/T-AIEE.1891.5570135>



Fig. 8. Gramófono de Kämmer and Reinhardt. C. 1890.

como en el centro de Europa, con modelos similares al que se puede ver en la figura 8.

La popularidad del gramófono solo fue subiendo con los años, y, con ello, nuevas empresas inspiradas por el invento. Una de las inquietudes era cómo poder expandir el gramófono más allá del hogar o los lugares de entretenimiento, y de aquí surgió el gramófono portátil, como el Ica-fono. El dato más relevante respecto a este tipo es la patente de Charles Joseph Ryan de 1917, publicada en el volumen 260 en la Gaceta Oficial de la Oficina de Patentes de Estados Unidos<sup>21</sup>. En ella se describe al gramófono como una caja con tapa, un reflector de ondas pivotado a la base y un brazo que conecta al reflector y al *sound-box*. Todas estas características son similares a las del Ica-fono.

Un dato que destacar es que la marca londinense Decca, en 1914, sacó al mercado un gramófono portátil que reunía estas características, llamado “Decca Dulcephone” (fig. 9). Estos ganaron el sobrenombre de “gramófonos de trinchera”, debido a que las tropas los llevaban al frente, resultando en que algunos modelos tengan agujeros de balas<sup>22</sup>.

Cabe hacer un breve inciso respecto a la fiabilidad de las fuentes consultadas respecto a ello, la cual puede considerarse ambigua, pero, al igual que se ha comentado en el apartado de metodología, para obtener este tipo de información se requiere ampliar la búsqueda a páginas webs y foros de coleccionistas y aficionados, admitiendo que su naturaleza y la de este trabajo no son compatibles. Aun así, se ha observado que la opinión de que Decca fue quien primero comercializó el gramófono portátil coincide en la mayoría del sector.

Continuando con ello, la búsqueda de información sobre el fabricante llevó a páginas web de subastas y colección, donde se vendían recortes de anuncios de la década de 1920 a 1950 (fig. 10) en los cuales se acredita a Indalecio Carmona como vendedor de los aparatos. En dichos anuncios se nombran un modelo A y un modelo B del Ica-fono; debido a que la imagen del gramófono que se incluye tiene un compartimento para guardar los discos de pizarra, se



Fig. 9. Anuncio publicitario del gramófono *Decca Dulcephone*. *Western Daily Press*, 9 de julio de 1914.

21 GRAMOPHONE AND THE LIKE. Inventor: Charles Joseph RYAN. Publicación: marzo de 1919. Depositada: 24 de mayo de 1917. Patente EE.UU. 170,766. Disponible en: <https://books.google.es/books?id=eu2p6Sv6GuoC&pg=RA1-PA658&lpg=RA1-PA658&dq=gramophone+reflector&source=bl&ots=do57719dUx&sig=ACfU3U14q8b2CjpOZ-I6fIlgQbqF1MMITw&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwiry7yrJyEAXpUqQEhXakBRgQ6AF6BAgbEAM#v=onepage&q&f=false>

<sup>22</sup> DELGADO, Luis. *PALEOPHONÍA: Una exposición sobre la historia de la grabación sonora* [en línea]. Valladolid: Diputación de Valladolid, 2011. [consultado el 24 de agosto de 2024]. Disponible en: [https://cultura.diputaciondevalladolid.es/historico-zorrilla/-/asset\\_publisher/pMhhLZHsij7Q/content/paleophonia-una-exposicion-sobre-la-historia-de-la-grabacion-sonora](https://cultura.diputaciondevalladolid.es/historico-zorrilla/-/asset_publisher/pMhhLZHsij7Q/content/paleophonia-una-exposicion-sobre-la-historia-de-la-grabacion-sonora)

sospecha que el objeto de estudio es un modelo distinto, a ser posible el más barato. Actualmente, los talleres y tiendas que se nombran en los anuncios, uno ubicado en la Calle de la Victoria nº 4 y otro en la calle Colón nº 15 (ambos en Madrid), han desaparecido y han sido sustituidos por otros comercios.



Fig. 10. Detalle de recorte publicitario del Ica-fono en prensa. 1929.

El reflejo de estatus social del gramófono es relevante para su comprensión: en recortes publicitarios de periódicos contemporáneos a su venta indica que el precio es de 160 pesetas. A pesar de que actualmente esto resulte en una cifra de aproximadamente 1€, en su momento, teniendo en cuenta la inflación y el estado de los sueldos, este precio equivaldría a 1000€ aproximadamente, costeable para personas de mayor renta. Si lo comparamos actualmente, en el que la música, la radio y la telefonía se encuentran de manera íntegra en nuestras vidas, resulta llamativa la evolución, y urge a comprender la evolución de la calidad de vida teniendo testimonios como éste.

Se deben destacar demás fuentes relacionadas con el patrimonio tecnológico creadas por coleccionistas, como es la Colección F.B.<sup>23</sup>, a pesar de no tener la fiabilidad ni acreditaciones académicas requeridas, aportaron suficiente información que se puede contrastar con los anuncios anteriormente nombrados. En el artículo "Firmas madrileñas 1"<sup>24</sup>, dedicado a la firma Indalecio Carmona, se explica que, a pesar de ser pequeña, Don Indalecio mantuvo su taller operativo hasta los años cincuenta, logrando cierta importancia en el campo de los gramófonos en España. Además de los aparatos, los cuales todos eran bautizados con el nombre de "Ica-fono", también proporcionaba discos, diafragmas, agujas y grasa para mantener el motor, bajo el sello de "SUPREMO".



Fig. 11. Detalle del logo de Thorens® en el motor del Ica-fono.

Además, como se puede observar en la figura 11, el motor tiene grabado el logo de Thorens®. La empresa lleva activa desde 1883 en Suiza, empezando con la producción de cajas de música, y especializada en motores de resorte. A principios del siglo XX avanzaron con los tiempos y pronto elaboraron también

<sup>23</sup> COLECCIÓN FB. Colección FB. *Colección Fb* [en línea]. [sin fecha]. [consultado el 18 de agosto de 2024]. Disponible en: <https://www.coleccionfb.com/indexa.html>

<sup>24</sup> COLECCIÓN FB. Firmas madrileñas. *Colección Fb* [en línea]. [sin fecha]. [consultado el 18 de agosto de 2024]. Disponible en: [https://www.coleccionfb.com/firmas\\_madrilenas.htm](https://www.coleccionfb.com/firmas_madrilenas.htm)

fonógrafos y, posteriormente, gramófonos con este tipo de motores<sup>25</sup>. Aunque Thorens® omite este dato en su página web, es posible que no solo fabricaran sus propios gramófonos, sino que también fueran distribuidores para otros talleres.

### 4.3. MUSEO DE LA TELECOMUNICACIÓN VICENTE MIRALLES SEGARRA

El Museo de la Telecomunicación Vicente Miralles Segarra de la Universitat Politècnica de València (UPV) se integra en la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Telecomunicación (ETSIT), en el edificio 4D del Campus de la Vera, actualmente dirigido por Carmen Bachiller Martín. Su formalización como museo tiene origen en los fondos de la escuela, donde se encontraban alrededor de 100 aparatos relacionados con el origen e historia de la telecomunicación, y que, llegados a esa cantidad, requerían de catalogación. Con ello, se tramaron tres objetivos principales: conservar el patrimonio tecnológico, crear un espacio expositivo para las piezas, y la difusión a la sociedad. A fechas de este trabajo, casi quince años después, el museo cuenta con más de 800 piezas registradas en su base de datos online (fig. 12), convirtiéndose en uno de los referentes de patrimonio tecnológico y uno de los museos más completos de la UPV. En sus fondos se abarcan aparatos desde el siglo XIX hasta el XXI, dentro de los ámbitos de telegrafía, telefonía, radio, equipos audiovisuales e instrumentación.

Debido al alto valor patrimonial de las piezas, el museo colabora activamente con el Departamento de Conservación y Restauración de Bienes Culturales (Dept. de CRBBCC) de la Facultad de Bellas Artes de San Carlos y con el Área de Fondo de Arte y Patrimonio de la UPV para la conservación, almacenamiento y difusión de ellas. Además del cuidado material, también ha colaborado en iniciar líneas de investigación, digitalización de libros y manuales, y recuperar la funcionalidad de los objetos.

Tal y como se describe en *Los inicios de la Telecomunicación en la Comunidad Valenciana*, publicación del museo del año 2016:

(...) La conservación del patrimonio tecnológico no constituye una prioridad ni para los profesores ni para los estudiantes o investigadores, ya que no contribuye al currículo docente ni al investigador. No obstante, parte de la comunidad de la ETSIT ha considerado necesaria la labor de conservación y puesta en valor de los objetos tecnológicos históricos que la Escuela ha ido acumulando

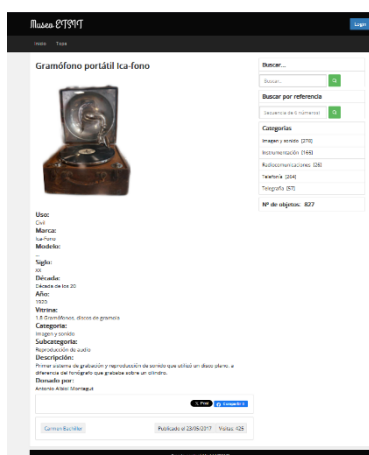


Fig. 12. Captura de pantalla de la ficha del Ica-fono en la base de datos de la colección del museo.

<sup>25</sup> THORENS. History. *Thorens* [en línea]. 2023. [consultado el 18 de agosto de 2024]. Disponible en: <https://thorens.com/en/thorens-news-m/history-mobile.html>

a lo largo de su breve historia, y ha encontrado recientemente el apoyo institucional para poder hacerlo.<sup>26</sup>

A pesar de las limitaciones que presenta, como es el espacio físico para la exposición y almacenamiento, o pertenecer a un ámbito que hasta hace poco no se encontraba con el mismo interés y protección que otros, el Museo de la Telecomunicación Vicente Miralles Segarra es un ejemplo del museo como contenedor y educador, alentando por la conservación de la memoria de objetos que abarcan desde profesiones hasta entretenimiento. Al igual que la telecomunicación surgió por la necesidad de conectar a pesar y a través de la distancia, el Museo de la Telecomunicación pretende conectar el presente con el pasado.

El objeto de estudio fue donado al Museo de la Telecomunicación Vicente Miralles Segarra de la UPV por Antonio Albiol Montagud. Según la información ofrecida por parte de Carmen Bachiller y Antonio Albiol Colomer (hijo del donante), el Ica-fono llegó al museo junto a otras piezas previo a que ni siquiera fuera formalizado, aportando a los fondos de la ETSIT en el año 2010. Previo a su aporte, Antonio Albiol hijo comentó que su padre era aficionado a la restauración y reparación de relojes antiguos, y el gramófono le llegó a finales de la década de 1970, no de parte del negocio original de Indalecio Carmona, sino a través de una familia que se dedicaba a la venta de muebles. Tras el cierre de éste, se dejaron abandonados en un almacén junto con demás gramolas y muebles, donde las condiciones, según recalca Albiol hijo, “no eran las más idóneas”. También hipotetiza que el negocio de muebles no fueran socios de Indalecio Carmona, sino que al renovar hogares se llevaran los enseres antiguos con la posibilidad de revenderlos.

Debido a que Albiol padre había dejado apartados varios equipos y aparatos que le habían llegado de la misma manera, donarlos al museo le pareció la mejor opción. Además, también comenta que es probable que Albiol padre hubiese reparado algún elemento mecánico, como es la cuerda, engranajes o soportes, lo cual, si se encontraran indicios de ello, podría explicar por qué sigue funcionando a pesar de su estado (fig. 13).

El Ica-fono forma parte de la exposición permanente del museo, ubicándose en la sección *Imagen y sonido*, en la segunda planta del centro, y compartiendo espacio con los dos gramófonos más de la colección (fig. 14). En el espacio, se encuentra protegido por la vitrina y la alarma en el interior, teniendo también

---

<sup>26</sup> BACHILLER, Carmen y ROMERO, M<sup>a</sup> Desamparados. “El museo”. En: *Los inicios de la telecomunicación en la Comunidad Valenciana. Una publicación del Museo de la Telecomunicación Vicente Miralles Segarra* [en línea]. Valencia: Universitat Politècnica de València, 2016. p. 126. [consultado el 25 de abril de 2024]. Disponible en: <http://hdl.handle.net/10251/160241>

una cartela identificativa con su nombre, década de invención, código identificativo y nombre del donante.

Fig. 13. Vídeo del Ica-fono en funcionamiento. © Museo de la Telecomunicación Vicente Miralles Segarra

Fig. 14. Exposición del Ica-fono en el museo, previo a su intervención, a fecha de noviembre de 2023.



## 5. ESTUDIO TÉCNICO Y ESTRUCTURAL

### 5.1. CARACTERÍSTICAS DE LA MÁQUINA

El Ica-fono es un gramófono portátil constituido de diversos materiales, tanto orgánicos como inorgánicos. Todas sus partes mecánicas que se ocupan de reproducir sonido son metálicas, mientras que la caja que las contiene se compone de diversos materiales orgánicos.

Empezando por el exterior, el Ica-fono se presenta en una caja de madera de conífera, revestida de una tela recubierta de un polímero plástico sintético para imitar la piel de caimán. A esto se añade el asa, hecha de cuero para facilitar su transporte.

Los componentes metálicos, que constituyen la mayoría de las partes de la pieza, varían en composición y recubrimiento. Se hipotetiza que están principalmente formados de hierro forjado y hierro cromado. Debido a la diferencia de deterioro entre las partes metálicas, se cree que no todos han pasado por el proceso de cromado, aplicándose únicamente a las piezas que sufrieran más manipulación y roce para así proteger al metal base de la oxidación y aumentar la durabilidad. En cuanto a las partes de hierro forjado, sin cromar, se considera que los cierres, embellecedores, tornillos y clavos no fueron recubiertos debido a su alto grado de corrosión en comparación.

Para acceder al motor, es posible desatornillar los tornillos del plano del plato giratorio, constando de seis en total. Una vez sueltos, es posible levantar a modo de tapa y acceder al mecanismo. Cuando se abrió la caja para evaluar el motor, se observó que la madera estaba forrada con papel negro para dar un acabado estético.

Información relacionada respecto a la composición de cada material no ha sido encontrada en fuentes de información, debido a la falta de ellas, sobre todo del propio creador. En cambio, se han llegado a conclusiones sobre los datos técnicos (tabla 1) a través de un examen visual con microscopio óptico Leica® DM750 y microscopio digital Dino-lite® Premier Digital Microscope.

Tabla 1. Datos técnicos de la pieza

|                    |                                                                                                               |
|--------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Modelo</b>      | Ica-fono                                                                                                      |
| <b>Datación</b>    | 1925-1930                                                                                                     |
| <b>Procedencia</b> | Taller de gramolas de Indalecio Carmona, c/ Colón, nº 15, Madrid.<br><br>Donación de Antonio Albiol Montagud. |

|                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|----------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Localización</b>              | Museo de la Telecomunicación Vicente Miralles Segarra.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| <b>Medidas</b>                   | 31'3 × 20'4 × 31'4 cm                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| <b>Materiales constituyentes</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Madera de conífera (caja)</li> <li>- Tablilla de DM (tabla inferior)</li> <li>- Tela de algodón en tafetán recubierta de un polímero plástico sintético (imitación de piel de caimán)</li> <li>- Hierro forjado (cierres, embellecedores, motor, aguja, hebilla y encajes del asa, portamanivela, tornillos y clavos)</li> <li>- Hierro cromado (reflector parabólico, tubo del reflector parabólico, plato giratorio, manivela, freno, control de velocidad, guarda agujas)</li> <li>- Mica (diafragma)</li> <li>- Latón (bisagras)</li> </ul> |

## 5.2. MECÁNICA DEL ICA-FONO

El aspecto que diferencia al Ica-fono de otros gramófonos es su reflector parabólico. Como se ha podido ver en los recortes de anuncios, se publicitaba como un gramófono portátil, debido a que las cornetas con las que típicamente se relacionan a los gramófonos son demasiado aparatosas para transportar. En cambio, el reflector parabólico no requería más espacio que el proporcionado por la caja, sin deformar ni reducir la propagación del sonido, pudiendo fijarse en la tapa superior interna. El reflector tiene un diámetro de 25'2 cm con una profundidad máxima de 7'5 cm.

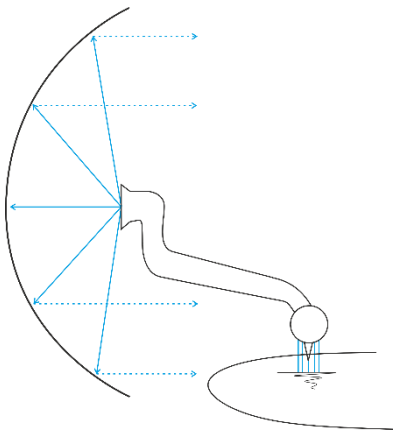


Fig. 15. Croquis del funcionamiento de la expansión del sonido en el Ica-fono.

Su funcionamiento es el siguiente: cuando la aguja traza en las grabaciones de los discos de pizarra, la transcripción de las ondas sonoras provoca que el diafragma que acompaña a la aguja vibre, traduciendo de nuevo a ondas sonoras y transportándose a través del brazo fonocaptor (fuente primaria). Estas inciden hacia el reflector parabólico (fuente secundaria) y, debido a la doble curvatura del reflector, las ondas rebotan de manera paralela hacia el espacio, propagándose (fig. 15). Este funcionamiento es a la inversa de las antenas parabólicas, donde las ondas que se reciben son focalizadas a la fuente primaria para así concentrar la señal.

En la caja inferior se encuentra el plato giratorio y los elementos auxiliares para la reproducción. En cuanto al plato, se trata de una base de hierro cromado de 25'1 cm de diámetro, con un pivote central de 1 cm de altura para sujetar el disco.

En las esquinas del mismo plano en el que se encuentra el plato giratorio se incluyen, en sentido de las agujas del reloj, el soporte de bisagra para mantener la caja abierta, el regulador de velocidad, el freno y el guardagujas. En cuanto al soporte de bisagra, este tiene una medida de 13 cm en total, y también está cromado. El regulador de velocidad mide 4'2 cm de diámetro, mientras que la flecha indicadora es de 2'7 cm. También tienen dos acabados distintos, siendo el círculo que indica la velocidad y el girador de hierro cromado, y la flecha de hierro sin cromar. Respecto al freno, todo ello se trata del mismo acabado cromado, con un corcho como amortiguador y freno del plato, midiendo en total 4'4 cm de diámetro. Por último, el guardagujas se cree que en vez de cromado está galvanizado debido al acabado distinto y mayor resistencia que los demás componentes cromados, alineándose más con el galvanizado. Mide 4'1 cm de diámetro, y debido al envejecimiento resultó imposible de abrir sin arriesgar dañar la pieza.

El aparato presenta tres logotipos distintos: el primero siendo el nombre de él, "Ica-fono" ubicado en el reflector parabólico. Segundo, el logotipo de "SUPREMO - Best American Sound Box" (fig. 16) que se encuentra en el diafragma. Por último, el logotipo de Thorens® en el motor. De estas tres empresas y distribuidores, únicamente ha persistido Thorens®.

El motor, como se ha comentado en el apartado 4.2, tiene grabado el logo de Thorens®. Reiterando, Thorens® es una empresa suiza de equipo de audio, la cual, durante a principios del siglo XX, se popularizó debido a la fabricación de cajas musicales, fonógrafos y, por supuesto, gramófonos. Es probable que además fueran proveedores de motores de cuerda para talleres, lo cual explicaría por qué el Ica-fono tiene un logo externo a Indalecio Carmona.

El motor de cuerda (fig. 17) funciona de la siguiente manera: con la manivela se le añade energía o "cuerda" girando, almacenándose en el resorte y enrollándose sobre sí mismo. Cuando se deja de girar, dicho resorte libera la energía y pone en marcha el mecanismo. Los engranajes en cuestión se caracterizan por una sucesión que aumenta, ya que el engranaje contiguo al resorte presenta un solo eje que se conecta a otro de menos dientes, por lo que según avanza la energía por los ejes aumentan las vueltas, pudiendo así moverse el plato giratorio. Para controlar la velocidad de la liberación de energía, el motor presenta un "gobernador", una pieza plana que se conecta a los ejes y ejerce un roce que ralentiza la liberación de energía. Además, el motor también tiene un regulador de velocidad, permitiendo desplazar el gobernador a preferencia. La duración de este mecanismo es de 3 a 4 minutos, en relación con la de los discos de pizarra.



Fig. 16. Aguja y diafragma del Ica-fono

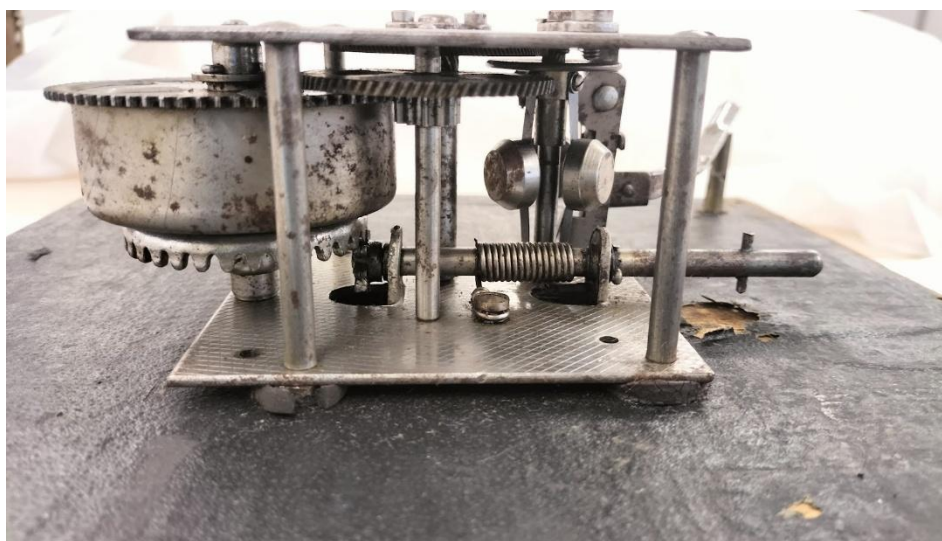


Fig. 17. Motor del Ica-fono.

### 5.3. RECUBRIMIENTOS Y DECORACIONES

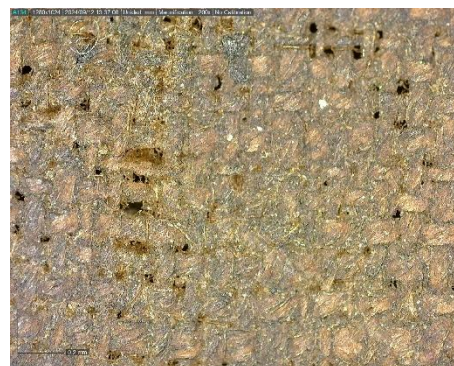


Fig. 18. Fibra de algodón ampliada a x40 en campo claro por microscopio óptico.

El gramófono presenta un recubrimiento de la caja con tela de imitación de piel de caimán, compuesta de tela de algodón (fig. 18) y un polímero plástico sintético (fig. 19 y 20). Determinar qué polímero es resulta complicado, debido a que alrededor de la década a la que pertenece el Ica-fono se experimentó con la piel falsa, empleando materiales como brea, nafta, cera de abejas, PVC, etc. Tras acotar históricamente, se hipotetiza que el recubrimiento de la tela de algodón se realizó con una mezcla de PVC y pigmentos, similar al de la marca Naugahyde®. Para su secado y un acabado regular, se presionaba entre rodillos a alta temperatura, donde a la vez se grabaría el acabado de piel de caimán.<sup>27</sup>

Fig. 19. Detalle del recubrimiento textil de la zona superior de la caja.

Fig. 20. Detalle a microscopio digital (aumento de x200) del recubrimiento textil, donde se puede observar la película plástica y el tafetán.



En cuanto a demás decoraciones, el gramófono cuenta con un asa de cuero para facilitar su transporte (fig. 21 y 22). Se desconoce el origen del cuero a tratar, pero se hipotetiza que es de vaca debido a su mayor accesibilidad y

<sup>27</sup> KANIGEL, Robert. "Bizarre Effects". En: *Faux Real: Genuine Leather and 200 Years of Inspired Fakes*. Philadelphia: University of Pennsylvania Press, 2007. pp. 73-75.

calidad. Sobre la composición del cuero, este está formado de colágeno, formado a través de la unión de moléculas de aminoácidos, haciéndolo susceptible a la humedad debido al carácter higroscópico. Dichos aminoácidos se enlazan entre sí por los grupos carboxilos de una y los grupos amino de otra, a través de enlaces péptidos covalentes, formando cadenas de triple hélix atraídas entre sí por enlaces de hidrógeno, dotando a la piel de su textura fibrosa característica.<sup>28</sup>



Fig. 21. Detalle del asa de cuero (vista frontal).



Fig. 22. Detalle del asa de cuero (vista inferior).

<sup>28</sup> HAINES, B.M. Collagen: the leathermaking protein. En: KITE, Marion y THOMSON, Roy. *Conservation of Leather and Related Materials*. Oxford: Taylor & Francis Group, 2006. pp. 5-6.

## 6. ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LAS PARTES MATERIALES

Para su correcta intervención, se evaluó y diagnosticó la pieza a base de exámenes visuales como fotografía general y de detalle con la cámara Sony® ILCE-7M2, observación bajo microscopio digital Dino-lite®, y realización de rayos X. Además, se procedió al desmontaje de la caja inferior para facilitar la observación del estado del motor y el material lúneo de la zona.

Se debe de tener en consideración que el deterioro del Ica-fono afecta principalmente a un nivel estético, debido a que su motor y aguja son completamente funcionales. No obstante, la afección de la caja de madera puede repercutir a su integridad y a las demás piezas con las que se encuentra expuesta. Como se ha comentado en el estudio técnico, la pieza está compuesta de material lúneo, textil y metálico, obteniendo una variedad de degradación a diferentes niveles, por lo que se ha dividido el estado de conservación por cada material presente.

En toda la pieza se presentaba acumulación de polvo, tanto en el reflector parabólico y el plato giratorio, como en el exterior. Esto puede deberse a la falta de limpieza regular de las vitrinas, llevando al posado de particulado.

Por añadidura, también son notables signos de que ha sido afectado por la exposición a humedad, afectando al material lúneo y textil de la caja. Esto no solo ha llevado a la remoción del recubrimiento plástico, sino a también a la proliferación de hongos. La manera en la que habrá ocurrido no se sabe de manera certera cómo habrán ocurrido, pero se hipotetiza que puede haber ocurrido por inundación, goteras o por consecuencia de un accidente en el sistema de tuberías del almacén donde se encontraba.

### 6.1. LÚNEO

La madera, componente principal de la caja y sustentador de los demás elementos, presenta dos extremos de degradación comparando la zona inferior con la superior, siendo gravemente afectada en la mitad inferior, mientras que en la superior se encuentra en un estado relativamente decente.

En la zona inferior, la acción del agua ha animado la proliferación de hongos (fig. 23 y 24), llevando a la debilitación, desecación y manchado con motas

negras de la tablilla de DM<sup>29</sup>. No bastante con ello, tras observar las demás tablas de la zona inferior con fluorescencia UV (fig. 25 y 26), se pudieron apreciar motas bioluminosas, indicando la posibilidad de que las esporas se hayan extendido. De igual manera, se considera que ya no se encuentra activo debido a la presencia de un polvo fino y la falta de un olor a humedad. En la zona posterior también se encuentran manchas, de una tonalidad grisácea oscura, de la cual se desconoce su origen (fig. 27).

Fig. 23. Aspecto del interior de la zona inferior originalmente.



Fig. 24. Aspecto del interior de la zona inferior tras remover el papel.



Fig. 25. Detalle a microscopio digital (x200) del moteado negro producido por hongos.

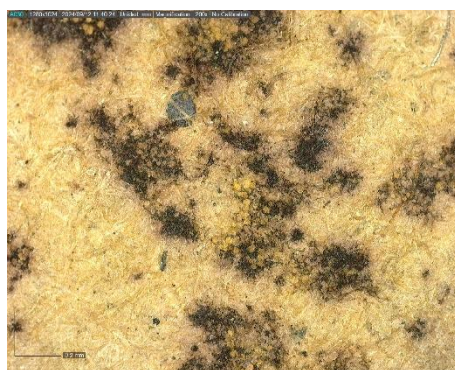


Fig. 26. Detalle a microscopio digital (x200) del moteado negro producido por hongos (fluorescencia UV)

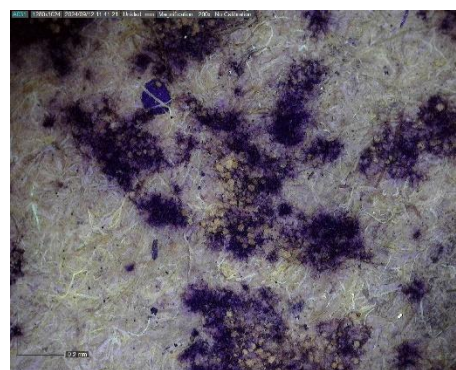


Fig. 27. Detalle del manchado grisáceo en la zona posterior de la caja.

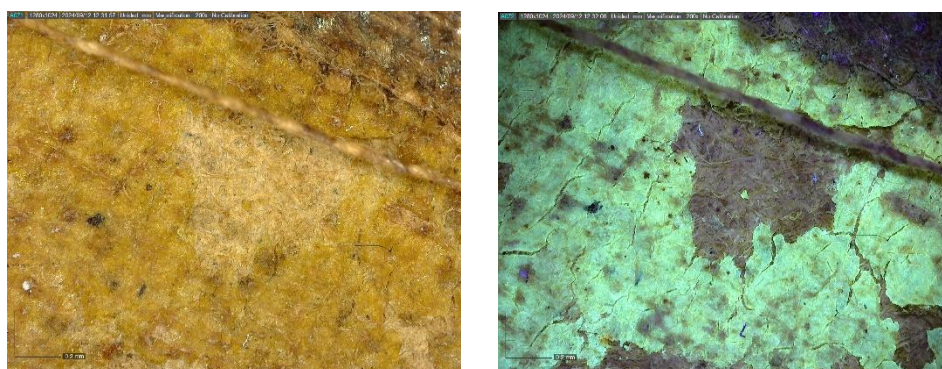


<sup>29</sup> "Los tableros de fibra de densidad media (DM) son productos de base lúnea, fabricados a partir de la unión de fibras lignocelulósicas con resinas sintéticas. Dichas fibras pasan por un proceso de picado, refinado y mezclado con las resinas y demás aditivos. Para su secado y darles forma de tablero, se les aplica calor y presión, alcanzando temperaturas hasta 210 °C y unidades de 5'0 MPa." Extraído de: ORMONDROYD, Graham A. y STEFANOWSKI, Bronia K. 5 - Fibreboards and their applications. En: ANSELL, Martin P. (editor). *Wood Composites* [en línea]. Cambridge: Woodhead Publishing, 2015. pp. 95-98. [consultado el 15 de junio de 2025]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9781782424543000056>

Además de los hongos, la fluorescencia UV también indicó restos de otro tipo, los cuales se iluminaban de una tonalidad verdosa a turquesa. Debido a su extensión y carácter filmógeno, se considera que es el adhesivo empleado para la adhesión entre la madera y la tela (fig. 28 y 29).

Fig. 28. Detalle a microscopio digital (x200) del adhesivo de la tela, visible en un desgarro de la zona superior.

Fig. 29. Detalle a microscopio digital (x200) del adhesivo de la tela, visible en un desgarro de la zona superior (fluorescencia UV).



Por otro lado, es probable que la oxidación de los tornillos haya provocado hinchazón y degradación por contacto debido al carácter corrosivo del hierro, resultando en algunos “pasados de rosca”, como son los que sujetan al freno.

En cambio, la zona superior no se pudo abrir para comprobar su estado en el interior, debido a que supondría desmontar el reflector e implicaría una intervención invasiva, por lo que, al no presentar el mismo nivel de degradación y estabilidad, se optó mantener su estado como se encontraba.

## 6.2. TEXTIL

Al igual que en el material lúneo, los elementos textiles presentan dos extremos de degradación si se compara entre la zona superior e inferior de la pieza (fig. 30 y 31). Por un lado, en la zona superior se observan una serie de desgarros, separación de la tela de la madera llevando a abolsamientos, y suciedad superficial general. En cambio, en la zona inferior, el ataque fúngico se ha extendido hacia las zonas inferiores, posteriores e izquierdas en mayor gravedad, deshaciendo también el polímero sintético. Si comparamos ambos, se puede apreciar que la tela que ha sufrido el ataque fúngico ha sido altamente debilitada, secándose y abriéndose más los intersticios del tafetán debido a la reducción de tamaño de las fibras (fig. 32 y 33). Esto también indica el origen de la concentración de agua, lo cual se hipotetiza que ocurrió debido a una filtración desde el suelo y absorbida por capilaridad. Además, presenta mayor cantidad de desgarros, como es en el lado de la manivela, debido al repetido roce por el uso, y orificios en la zona posterior.

Fig. 30. Vista superior del Ica-fono.



Fig. 31. Vista inferior del Ica-fono.



Fig. 32. Detalle a microscopio digital (x200) de la tela en la zona superior.

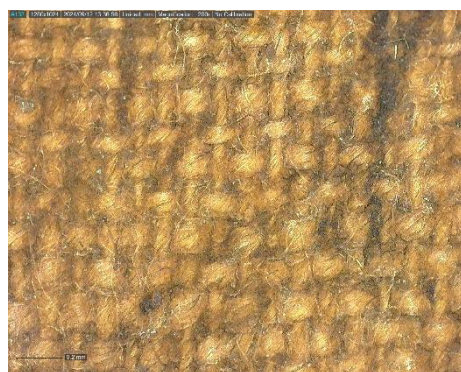
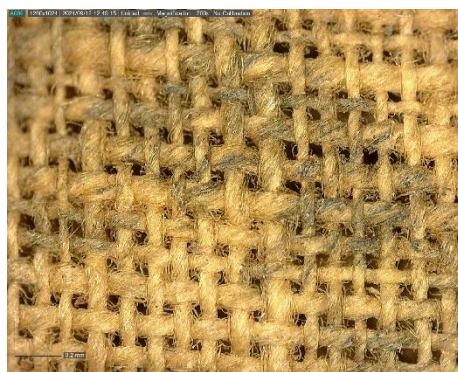


Fig. 33. Detalle a microscopio digital (x200) de la tela en la zona inferior.



Respecto al asa del cuero, esta también ha sido afligida por la humedad, cuarteándose y debilitándose considerablemente hasta el punto de desengancharse de las hebillas. Debido a ello, en una intervención anterior se ató un hilo para evitar su separación (fig. 34). En ella también se encuentra deposición de suciedad superficial.



Fig. 34. Detalle de la reparación del asa de cuero.

### 6.3. METALES

Tras evaluar el estado de los metales y compararlos, se concluyó que los elementos presentes son de metales y/o acabado superficial distintos.

Primero, los metales cromados conforman el plato giratorio, el reflector parabólico, el freno, controlador de la velocidad y la manivela. Esto puede deberse al hecho de que son las partes visibles que más se manipularían, lo cual concuerda con el objetivo del cromado: evitar que las piezas se oxiden. A pesar de ello, se pueden encontrar zonas donde la capa superficial se ha desprendido y se ha producido corrosión galvánica. Las zonas en cuestión son:

- Tubo del reflector parabólico (fig. 35, 39 y 40): en la pieza móvil del tubo que conecta con el reflector se encuentra una zona de corrosión de aproximadamente 7 cm. No coincide con ninguna otra parte del gramófono, por lo que la posibilidad de que se haya formado por chocado no concuerda, dejando el origen a suposición.



Fig. 35. Detalle de la oxidación del tubo móvil del reflector parabólico.

- Plato giratorio (fig. 36 y 41): a pesar de que no presenta el mismo grado de corrosión que los otros materiales, se puede observar zonas en las que el cromado se ha desprendido. Esto pueden deberse a la acción antrópica, en la cual se removió el fieltro original y, con ello, parte del acabado superficial, dejando a la intemperie el metal base.

Fig. 36. Vista general del plato giratorio, donde se pueden observar y diferenciar los restos de adhesivo y el cromado desprendido.

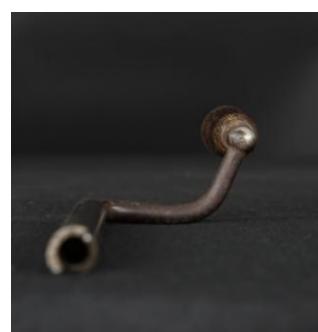


- Manivela (fig. 37 y 38): presenta corrosión en prácticamente la mitad de su parte metálica. Se debe a una constante manipulación y roce contra otro material, en este caso el embellecedor del orificio.

Fig. 37. Fotografía general de la manivela (vista frontal).



Fig. 38. Fotografía general de la manivela (vista de perfil).



La razón de esta reacción en los elementos nombrados es debido a que el cromo superficial, al tener un potencial de electrodo de -0'74, actúa como cátodo y no se oxida, mientras que el hierro estructural, con un potencial de -0'44, al ser expuesto a agentes ambientales como la humedad y el oxígeno, actúa como ánodo y se corroe hasta su interior<sup>30</sup>. La manipulación ha permitido que la capa de cromado superficial se desprenda y que la acción de la humedad y el oxígeno presentes en la atmósfera reaccionen con el hierro estructural, llevando a un estado irreversible. En el caso del Ica-fono, el hierro ha pasado a tener una tonalidad rojiza debido a la derivación de Fe a Fe(III)  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , u óxido de hierro(III). Este fenómeno es conocido como corrosión galvánica<sup>31</sup>.

<sup>30</sup> DOMÉNECH, M<sup>a</sup> Teresa. *Principios físico-químicos de los materiales integrantes de los bienes culturales*. Valencia: Editorial Universitat Politècnica de València, 2020. p. 414.

<sup>31</sup> *Ibidem*. p. 418.

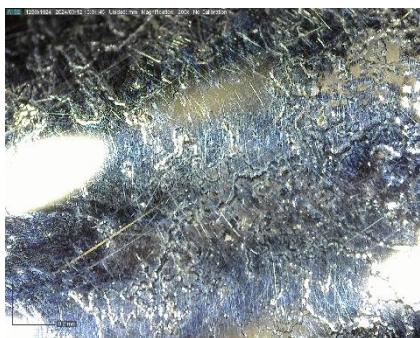


Fig. 39. Detalle a microscopio digital (x200) de la alteración del cromado en el tubo del reflector parabólico.

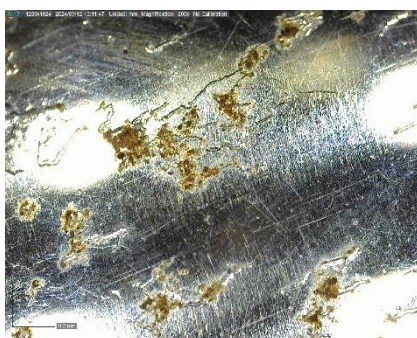


Fig. 40. Detalle a microscopio digital (x200) de la oxidación galvánica del tubo del reflector parabólico.



Fig. 41. Detalle a microscopio digital (x200) de la oxidación galvánica del hierro cromado del plato giratorio.

El resto de los elementos metálicos, como los cierres, los enganches de la correa de cuero, el embellecedor del orificio de la manivela y las patas en la parte trasera e inferior, se desconoce su aspecto original ya que presentan una corrosión mayoritaria, pero se hipotetiza que son de hierro forjado y sin cromar debido a la coloración y extensión de la oxidación.

Por otro lado, las bisagras (fig. 42 y 43) presentan una corrosión muy distinta a los demás metales, manteniendo cierta cantidad de reflejo, pero presentando moteado de color verdoso azulado, únicas en toda la pieza. Este aspecto coincide con la corrosión del latón, mientras que los embellecedores son del mismo hierro que los elementos anteriormente comentados. Su empleo se alinea con las exigencias de las bisagras, las cuales requieren de un material más dúctil y flexible que el hierro para soportar la tensión al abrirse y cerrarse repetidas veces.

Respecto a otros daños, el reflector parabólico presenta roces y rayado en la zona inferior izquierda (fig. 44). Estos pueden deberse a cerrar el gramófono mientras la aguja y diafragma estaban dentro, llevando al choque. No ha llevado a la corrosión del metal al mismo nivel que en otras zonas, pero sí ha producido un cambio en el aspecto.

Como se ha comentado anteriormente, el plato giratorio presentaba originalmente un fieltro sobre el que se posaba el vinilo a reproducir, para así protegerlo y amortiguar. Este fieltro fue retirado, dejando restos de éste y del respectivo adhesivo por todo el plato (fig. 45). La razón de su remoción se desconoce, aunque se sospecha que, al tener signos de haber sido afectado por exposición a la humedad, el fieltro también fuera perjudicado y se creyera que fuera buena opción retirarlo.



Fig. 42 y 43. Bisagras derecha e izquierda (observado desde el reverso de la pieza).

Fig. 44. Detalle a microscopio digital (x200) del rayado del reflector parabólico.



Fig. 45. Detalle a microscopio digital (x200) de los restos de adhesivo en el plato giratorio.



En resumen, los daños al metal se deben mayoritariamente por acción antrópica y la manipulación estándar del objeto, llevando a la remoción del cromado y a corrosión galvánica. Además de esto, la acción del agua puede haber acelerado la corrosión y derivado a otros daños, como son los restos de adhesivo del fieltro.

## 7. PROCESO DE INTERVENCIÓN

Previo a detallar el proceso de intervención, se debe señalar que se tuvo en consideración el valor histórico de patologías como el óxido, debido a que, al fin y al cabo, refleja la antigüedad e historicidad de la pieza y se considera su trascendencia a aspectos como la estética y utilidad original del gramófono. A la vez, se sopesó que dichos aspectos requerían de una intervención, debido a su extensión y probabilidad de difusión si no eran tratados, afectando a la utilidad del gramófono: la reproducción de discos de pizarra. De igual manera, la profundidad y composición de la oxidación de los metales dificulta su remoción por completo, por lo que, a pesar de haber sido tratado y proponer unas condiciones que no aceleren su expansión, aún es posible ver la huella del tiempo y de la historia del Ica-fono. Su intervención se basó principalmente en el saneamiento, higienización y estabilización de la pieza, contando en todo momento con los criterios de reversibilidad de los productos y elementos nuevos, respeto ante su originalidad y reconocibilidad de las nuevas adiciones.

En total, el proceso de intervención, empezando desde la documentación hasta el último proceso realizado, se realizó durante los meses de noviembre y diciembre de 2023, y julio, septiembre y diciembre de 2024.

### 7.1. TRASLADO, DOCUMENTACIÓN GRÁFICA Y PRUEBAS INICIALES

Para dar comienzo a la intervención, en primer lugar, se extrajo el Ica-fono de su vitrina en el Museo de la Telecomunicación Vicente Miralles Segarra, con la ayuda del equipo encargado del manejo de éstas y el equipo de restauración del Fondo de Arte de la UPV (ver [Anexo 12.2.1](#), fig. 1). Posteriormente se llevó directamente al taller de restauración del Fondo de Arte, donde se conservaría durante toda la intervención.

Después de su traslado, se realizó un proceso de documentación fotográfica y de radiografía para registrar sus patologías y comprender la estructura interna, debido al desmontaje propuesto para paliar el motor. Las radiografías se realizaron en el Laboratorio de Inspección Radiológica del IRP, en la UPV, donde se pudo observar el mecanismo, montaje y motor antes de desmontar la caja (ver [Anexo 12.2.3](#), fig. 33 a 35). En ellas, también se pudo evaluar de manera inicial el estado de la tablilla de DM inferior, afectada por hongos. Posteriormente, el registro fotográfico se realizó en el taller del Fondo de Arte, las cuales consistieron en planos generales de todas las caras del objeto,

planos de detalle, del interior del objeto y sus elementos disociables, como son la aguja y la manivela (ver [Anexo 12.2.2](#), fig. 2 a 29). A partir de estos dos registros, pudo realizarse una primera evaluación de su estado de conservación, entre ellos el posado de materia en el plato giratorio o el grado de degradación por hongos tanto en el material textil como el lúneo.

Tras las fotografías, se tomaron muestras textiles para ser posteriormente analizadas a microscopio binocular Leica® DM750 y así determinar su composición. También se tomaron medidas de todo el objeto para el estudio técnico. A partir de ello y la evaluación del estado de conservación, se realizó un mapa conceptual dividiendo las patologías por material, reuniendo y organizando así la problemática a enfrentar (fig. 46).

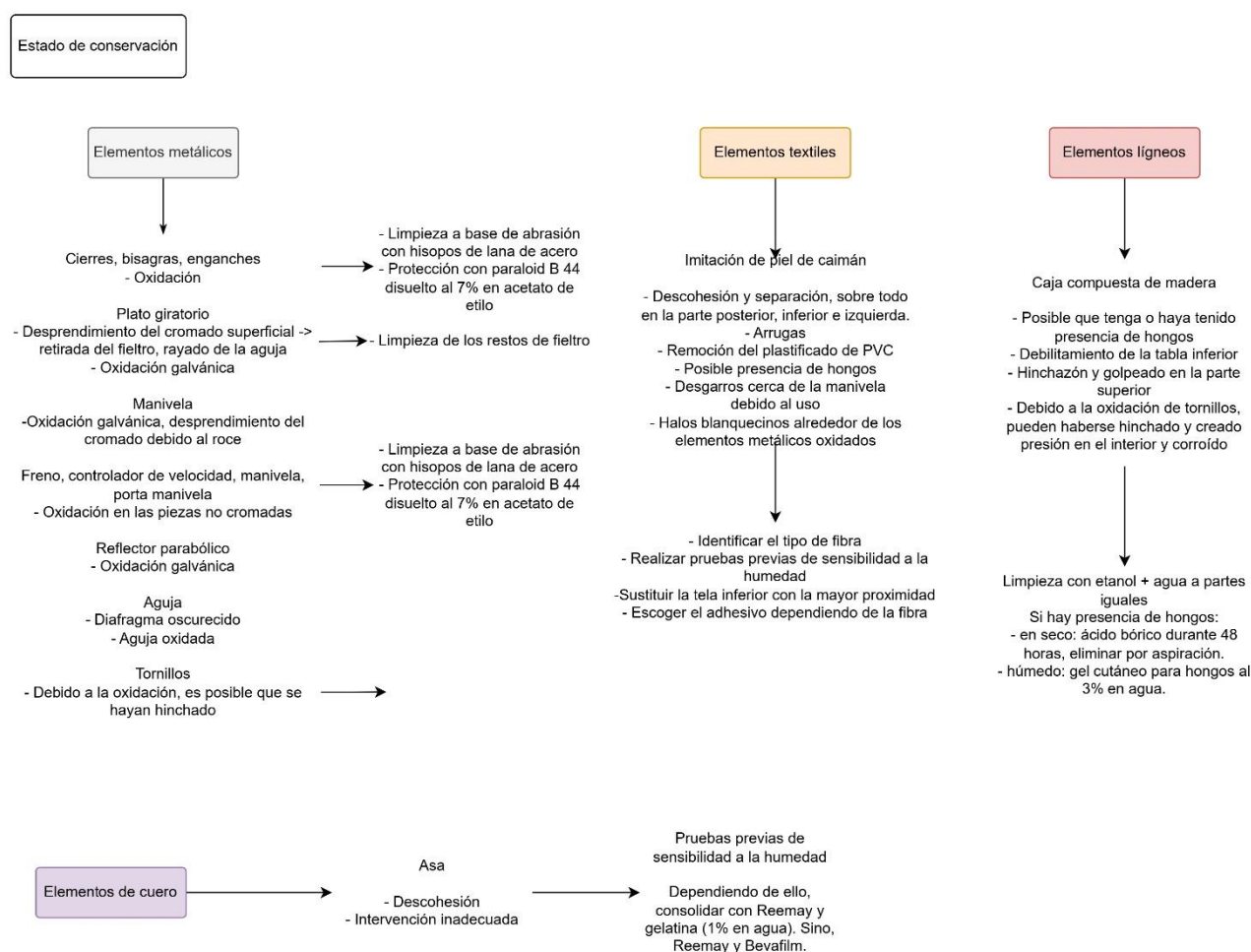


Fig. 46. Mapa conceptual respecto al orden de actuación y tratamientos a hacer.

## 7.2. LIMPIEZA

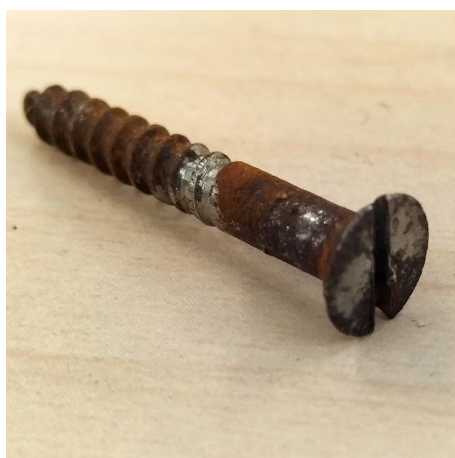
Una vez realizados los estudios preliminares, se procedió a una limpieza general por aspiración del polvo superficial acumulado.

Antes de avanzar con la retirada de tornillos o clavos de cada plano, se realizó un diagrama en papel en el que se indicaba la localización de cada uno, donde tras su extracción se aseguraban con cinta de carroceros para evitar que se perdieran. Habiendo normalizado este proceso, se desmontó la caja inferior para acceder al motor y a su interior para su observación visual y registro fotográfico (ver [Anexo 12.2.2](#), fig. 30 a 32). Respecto a la caja, se examinó y se concluyó que requeriría de una limpieza, lijado, curación y protección. La zona inferior estaba revestida con un papel negro, el cual presenta claras muestra de colonización de hongos, por lo que se retiró y se procedió a una aspiración general para eliminar las esporas posadas.

En total, se extrajeron los tornillos que sujetaban el freno, el controlador de velocidad, el enganche para mantener abierto el gramófono, la tapa superior del motor, y el embellecedor del agujero de la manivela. El estado de conservación de dichos tornillos era diverso, variando desde un grado de corrosión alto a una cantidad mucho menor. De igual manera, se procedió con el mismo tratamiento en todos: se retiró el óxido con lana de acero del número 0000 para una retirada suave y controlada sin dañar el metal no afectado. Una vez obtenida un nivel homogéneo de limpieza, se removió el polvo formado con alcohol etílico, y posteriormente acetona para acelerar la evaporación del disolvente (fig. 47 y 48).

Fig. 47. Tornillo previo a la limpieza del óxido.

Fig. 48. Tornillo tras la limpieza del óxido.



El motor presentaba óxido en zonas puntuales y grasa envejecida (fig. 49). Se realizó una primera limpieza de esta grasa con alcohol etílico en forma libre a hisopo, seguida por una de acetona para evaporar el alcohol etílico de forma

más rápida. Respecto al óxido, se procedió a una limpieza mecánica igual que los tornillos, retirando el polvo formado con alcohol etílico y acetona de nuevo (fig. 50 y 51). Una vez obtenido un nivel homogéneo de limpieza, se retiró por aspiración cualquier resto de lana de acero y fibras de algodón que se pudieran haber enganchado en las muescas y recovecos del motor (fig. 52).

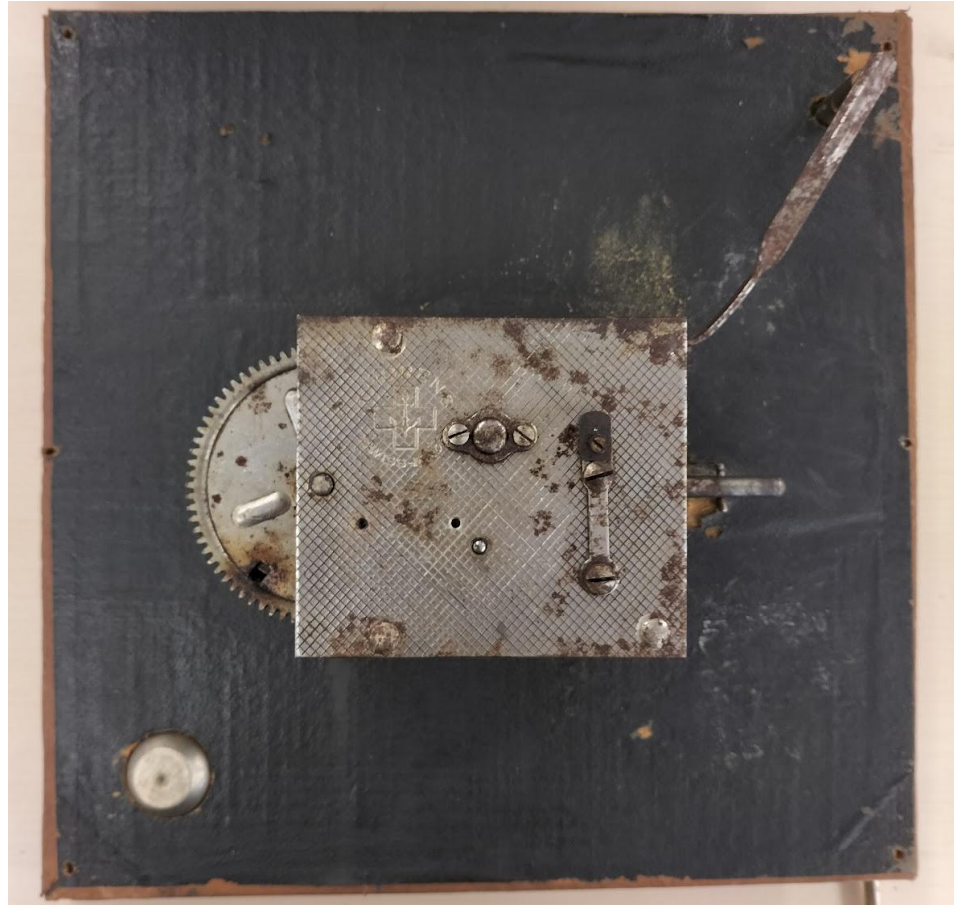


Fig. 49. Estado inicial del motor.

Fig. 50. Detalle de la grasa envejecida del motor.



Fig. 51. Detalle tras la limpieza de la grasa envejecida con alcohol etílico y acetona en el motor.

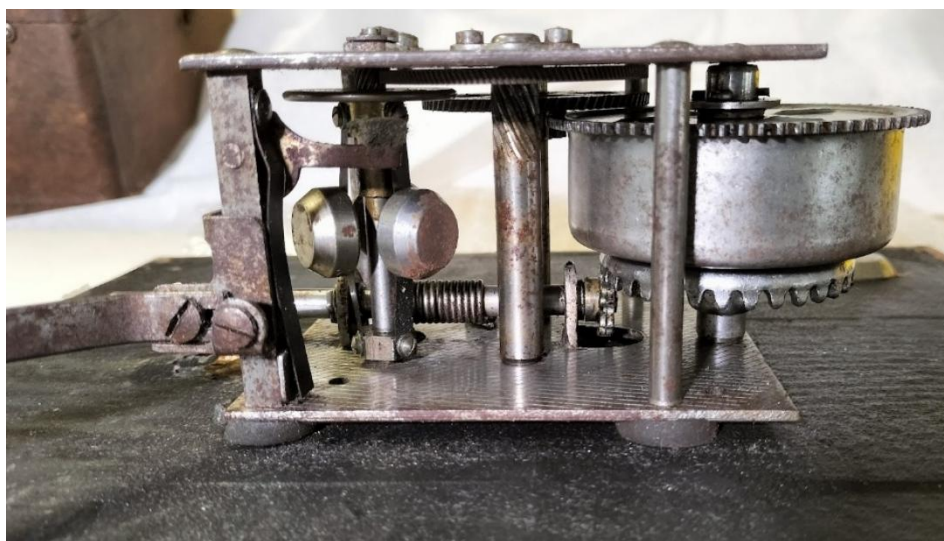


Fig. 52. Motor tras la limpieza del óxido.

Por otro lado, se procedió a la remoción del óxido en el resto de partes metálicas, como la manivela, aguja, cierres, freno, hebillas, bisagras y respectivos embellecedores (fig. 53 a 63). Para ello, se siguió el mismo procedimiento que en los elementos anteriores: se retiró cualquier resto de grasa o suciedad con alcohol etílico, y posteriormente se aplicó acetona para acelerar la evaporación. Debido a que el óxido era más profundo en los metales exteriores, se redujeron las capas de corrosión hasta obtener un tacto pulido y una reducción de las tonalidades rojizas y anaranjadas propias del óxido de hierro. El polvo formado y los restos de lana de acero se retiraron con

alcohol etílico con una posterior pasada de acetona y por aspiración, respectivamente.

Debido al grado de oxidación de varias de las piezas, como los cierres y las bisagras, no resultó posible destornillarlas, por lo que se protegió con cinta de carroceros la tela para evitar daños no deseados durante la intervención.



Fig. 53. Cierre izquierdo previo a la limpieza del óxido.

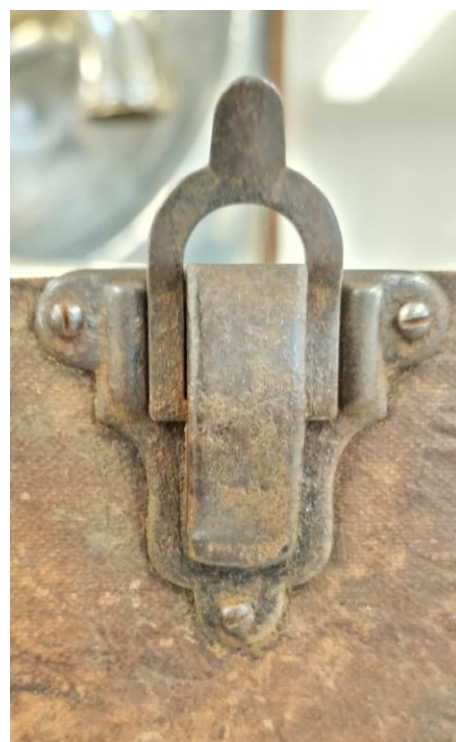


Fig. 54. Cierre derecho previo a la limpieza del óxido.



Fig. 55. Cierre izquierdo tras la limpieza del óxido, comparado con la parte superior sin intervenir.

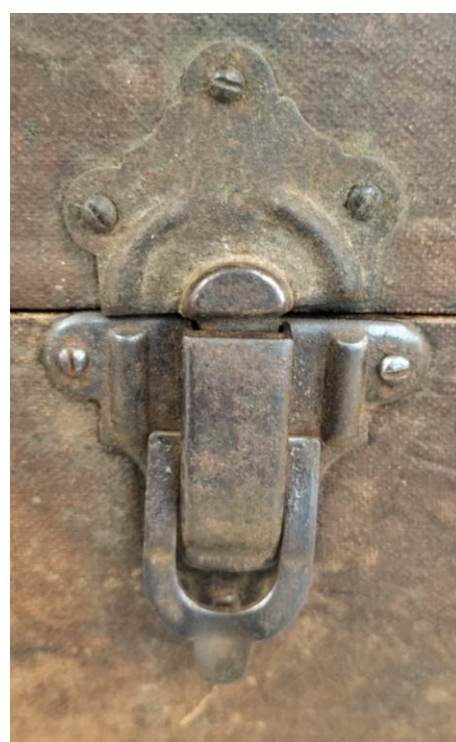


Fig. 56. Cierre derecho tras la limpieza del óxido, comparado con la parte superior sin intervenir.

Fig. 57. Freno previo a la limpieza del óxido.



Fig. 58. Freno tras la limpieza del óxido.



Fig. 59. Hebilla izquierda previo a la limpieza del óxido.



Fig. 60. Hebilla derecha previo a la limpieza del óxido.



Fig. 61. Hebilla izquierda tras la limpieza del óxido.



Fig. 62. Hebilla derecha tras la limpieza del óxido.



Fig. 63. Bisagra izquierda previo a la limpieza y retirada del óxido.



Fig. 64. Bisagra izquierda tras la limpieza y retirada del óxido.



En cuanto a la limpieza del disco giratorio y del reflector parabólico, su mayor problemática se encontraba en la suciedad superficial y los restos de adhesivos, por lo que primeramente se organizó un protocolo de limpieza no acuosa para no acelerar la corrosión. Se realizaron pruebas de solubilidad del depósito de polvo y restos de adhesivo empezando por disolventes orgánicos de más a menos polares, obteniendo como conclusión que el alcohol etílico retiraba de manera más profunda ambos estratos a eliminar.

En base a ello, se procedió a limpiar el reflector parabólico con alcohol etílico libre a hisopo, protegiendo los bordes con precinto debido a la solubilidad de la pintura negra en los bordes interiores de la caja superior (fig. 65 y 66).

Fig. 65. Reflector parabólico previo a la limpieza de polvo.



Fig. 66. Reflector parabólico tras la limpieza de polvo.



Respecto al plato giratorio, se realizó una limpieza similar de procedimiento para retirar las incrustaciones de adhesivo, pero tras realizar pruebas se consideró emplear una metodología distinta. Debido a que los restos de resina habían envejecido y endurecido, se requería una cantidad indeseable de disolvente a emplear, y el roce repetido del hisopo arriesgaba levantar cromado en las áreas ya desprendidas. Dado que el alcohol etílico sí conseguía reblandecer y retirar el adhesivo si se aplicaba durante un tiempo y frotado extendidos, se consideró aplicar un *solvent gel*<sup>32</sup> de dicho disolvente y para alargar su acción limpiadora (tabla 2). Esto también trae otras ventajas, como es la reducción del riesgo de sobreexposición a la toxicidad del disolvente (ODS 6.3, 12.4) y poder controlar la cantidad de disolvente a aplicar, permitiendo hacer una limpieza gradual.

Tabla 2. Formulación del solvent gel de Richard Wolbers.

|             | POLAR                                                                                                                                        |
|-------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ELABORACIÓN | 20 ml de Ethomeen® C-25<br>2 gr de Carbopol® Ultrez 21 <sup>33</sup><br>100 ml de disolvente (en este caso, alcohol etílico)<br>7 ml de agua |
| LAVADO      | Mezcla ligeramente polar (en este caso, LE3)                                                                                                 |

Previo a su empleo en el estrato, se realizaron pruebas de contacto en el metal para verificar que el gel no afectaría al acabado superficial. Una vez obtenida la confirmación, se aplicó en las zonas con adhesivo y se dejó actuar entre 5 y 10 minutos, aplicando un film transparente sobre ello para minimizar la evaporación del disolvente. Transcurridos los minutos, se frotó con hisopo el gel sobre los restos, separándose del metal de forma escamada. Tras la limpieza, se retiraron los restos de gel con un hisopo seco y se aclararon con

<sup>32</sup> Método ideado por Richard Wolbers. Al gelificar un disolvente orgánico con Carbopol Ultrez® 21 se “potencia su acción (...) al rebajar la tensión superficial, aumentando la capacidad de mojado y evitando significativamente su difusión hacia capas internas”. Extraído de: COLOMINA, Antoni; GUEROLA, Vicente y MORENO, Berta. *La limpieza de las superficies pictóricas. Metodología y protocolos técnicos*. Gijón: Ediciones Trea, S.L., 2020. p. 59.

<sup>33</sup> “Gelificante de concentración muy baja solo para agua. Acrílico. Iónico, ácido. Polvo fino blanco, con olor suave acético. Viscosidad muy alta. Transparencia. Higroscópico. Propiedades superficiales. gel de alta viscosidad con un contenido muy bajo de espesante (aprox 1%), con lo que hay menos residuos. La mezcla Carbopol Ultrez® 21 y Ethomeen permite gelificar disolventes inmiscibles entre ellos como agua y xileno en cualquier proporción.” Extraído de: GE-IIC. CARBOPOL – Grupo Español IIC. *Grupo Español IIC – International Institute for Conservation of Historic and Artistic Works* [en línea]. [sin fecha]. [consultado el 3 de junio de 2025]. Disponible en: <https://www.ge-iic.com/fichas-tecnicas/gelificantes-espesantes/carbopol/>

LE3 (70% de ligroína y 30% de alcohol etílico), con cuidado de no levantar el cromado ya arrancado (fig. 67 a 72).

Fig. 67. Adhesivo envejecido previo a la limpieza con *solvent gel*.



Fig. 68. Adhesivo envejecido tras probar con *solvent gel*. Se puede observar una mayor retirada del producto.



Fig. 69. Plato giratorio previo a la limpieza del adhesivo.



Fig. 70. Plato giratorio tras una primera limpieza de los restos más finos con alcohol etílico.



Fig. 71. Plato giratorio tras una primera limpieza con *solvent gel*.



Fig. 72. Plato giratorio tras una segunda limpieza con *solvent gel* y su aclarado.



### 7.3. PROTECCIÓN DE ELEMENTOS METÁLICOS

Una vez alcanzado un nivel regular de limpieza en los metales, se procedió a su protección con una capa protectora que inhibiera a los metales de agentes ambientales que puedan promover el proceso de oxidación. Se optó por la aplicación de la resina acrílica Paraloid® B-44<sup>34</sup>, debido a su reversibilidad y resistencia química al amarillamiento.

Se emplearon dos concentraciones de la resina acrílica: una disuelta a un 7% en acetato de etilo<sup>35</sup> en las zonas de mayor exposición ambiental y que presentaban un mayor grado de corrosión actual, como son el motor, los tornillos, los cierres, las bisagras, embellecedores y hebillas (fig. 73 a 76). En cuanto a las zonas puntuales levantadas de cromado en el reflector parabólico y el plato giratorio, se empleó la misma resina a una concentración del 3%, dado que una mayor cantidad de resina hubiera resultado excesiva debido a tener un estado y comportamiento más estable que los elementos más corroídos, y, además, poder afectar al acabado estético del brillo del metal (fi. 77 a 79).

No solo por estas únicas razones se escogió no proteger enteramente concretamente el reflector parabólico y el plato giratorio, ya que el barnizado no solo afectaba al brillo del metal, sino que también provocaba un efecto irisado y variación en el reflejo, lo cual tergiversaría la lectura de la pieza. De igual manera, como se ha comentado en el párrafo anterior, la protección completa de ambos elementos se consideró de poca necesidad al haberse mantenido estables a lo largo del tiempo.

---

<sup>34</sup> “La resina acrílica de alto rendimiento Paraloid® B-44 proporciona una excelente combinación de dureza, flexibilidad y adhesión a varios sustratos. (...) La resina acrílica Paraloid® B-44 puede disolverse en tolueno, xileno, algunos ésteres, acetona, y metiletilcetona. Paraloid® B-44 no es soluble en la mayoría de alcoholes e hidrocarburos alifáticos como únicos disolventes. Es óptima para una variedad de aplicaciones, incluyendo metal tratado, bronce, cinc, latón, aluminio tratado, suelos de cemento y ciertos plásticos.” Extraído de: RHOM AND HAAS. Paraloid® B-44 100% | Solid Grade Thermoplastic Acrylic Resin. CTS España [en línea]. [sin fecha]. [consultado el 3 de junio de 2025]. Disponible en: [https://shop-espana.ctseurope.com/documentacioncts/fichastecnicasweb2018/1.1.1.resinaacrilica2016/paraloid\\_b-44\\_17.pdf](https://shop-espana.ctseurope.com/documentacioncts/fichastecnicasweb2018/1.1.1.resinaacrilica2016/paraloid_b-44_17.pdf)

<sup>35</sup> “Disolvente de polaridad media.  $C_4H_8O_2$  /  $CH_3COOC_2H_5$ . Líquido incoloro, de olor característico. (...) Puede utilizarse para disolver Paraloid (todos los tipos), Elvacite, Plexisol, polivinilacetatos, etc... o como posible sustituto de disolventes clorurados. Es un poco más volátil que el alcohol etílico, pero menos que la acetona.” Extraído de: GE-IIC. ACETATO DE ETILO – Grupo Español IIC. Grupo Español IIC – International Institute for Conservation of Historic and Artistic Works [en línea]. [sin fecha]. [consultado el 3 de junio de 2025]. Disponible en: <https://www.ge-iic.com/fichas-tecnicas/disolventes/acetato-de-etilo-eac/>

Fig. 73. Embellecedor del orificio de la manivela tras aplicar la protección de Paraloid® B-44 al 7% en acetato de etilo.



Fig. 74. Hebilla derecha del asa de cuero tras aplicar la protección de Paraloid® B-44 al 7% en acetato de etilo.



Fig. 75. Cierre derecho tras aplicar la protección de Paraloid® B-44 al 7% en acetato de etilo.



Fig. 76. Bisagra izquierda tras aplicar la protección de Paraloid® B-44 al 7% en acetato de etilo.



Fig. 77. Detalle de los arañazos en el reflector parabólico, previo a la protección.



Fig. 78. Detalle de los arañazos en el reflector parabólico, tras la protección con Paraloid® B-44 al 3% en acetato de etilo.



Fig. 79. Detalle de la protección puntual en el plato giratorio con Paraloid® B-44 al 3% en acetato de etilo.



#### 7.4. RETIRADA DE ELEMENTOS DAÑINOS

El último procedimiento que se realizó para la intervención del Ica-fono fue la retirada de la tablilla de DM inferior. Debido a que ha sido afectada por un ataque fúngico, hasta el punto de debilitarla y poner en riesgo de manera estructural al resto de la caja a la pieza, se optó por su retirada y sustitución.

La tabla, compuesta de una tablilla de DM y sin revestir con la misma tela plastificada que el resto del gramófono, estaba sujeta con cuatro clavos y sus respectivos embellecedores de hierro. Dichos clavos presentaban el mayor grado de oxidación a comparación de los demás, lo cual concuerda con la hipótesis de la posibilidad de haber sido afectado por una filtración de agua, habiendo acelerado el proceso de oxidación (fig. 80 a 83). Se extrajeron con alicates junto a la tabla y la tela como se detalla en las figuras 84 a 87, retirándose de acuerdo con el procedimiento de gestión de residuos de sólidos contaminados por la política ambiental de la UPV<sup>36</sup> (ODS 3.9, 12.4), y resultando pendiente la sustitución del elemento.



Fig. 80, 81, 82 y 83. Estado de los clavos con embellecedores previo a su extracción

<sup>36</sup> UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA. Política Ambiental. AMAPUOC [en línea]. [consultado el 3 de junio de 2025]. Disponible en: <https://www.upv.es/entidades/amapuoc/politica-ambiental-2/>

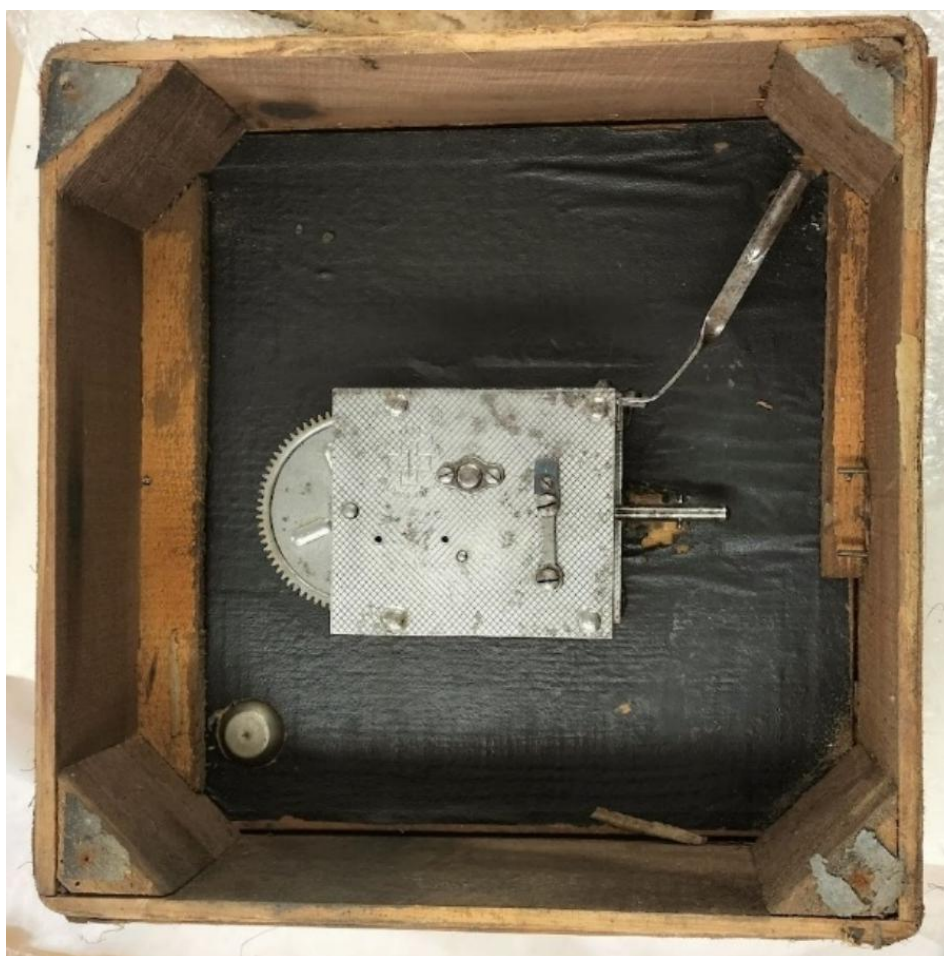


Fig. 84. Interior de la caja tras retirar la tablilla de DM.

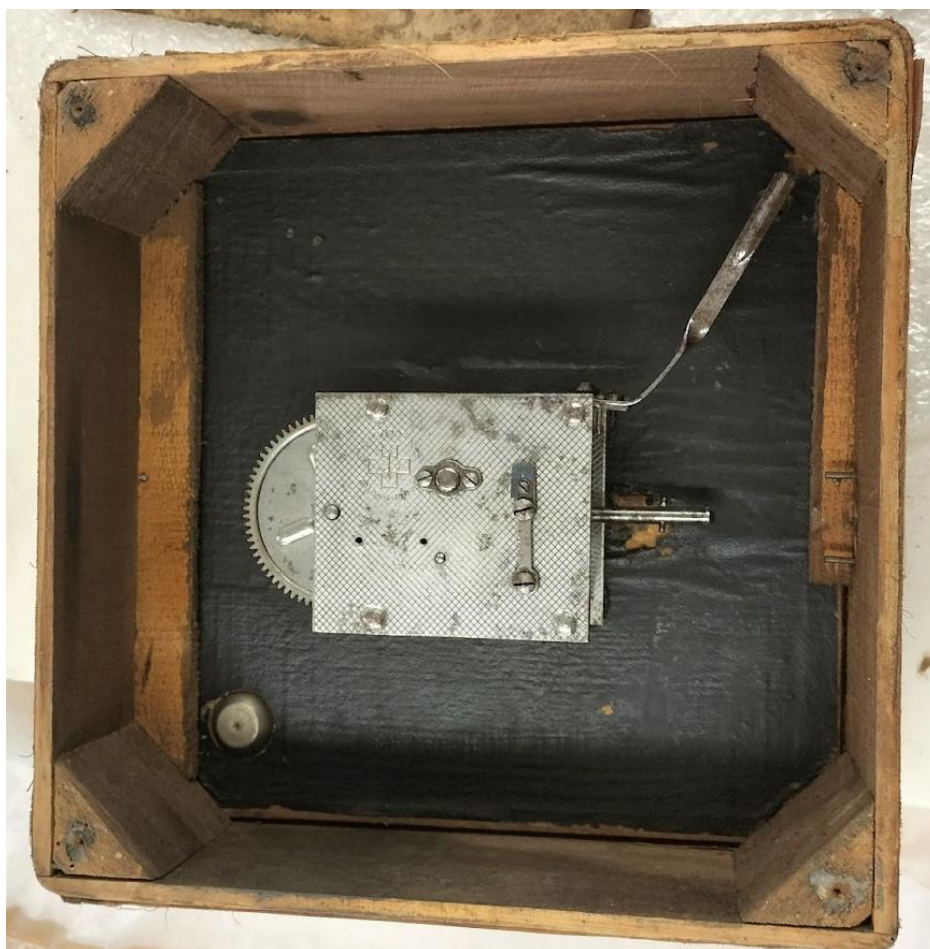


Fig. 85. Detalle del estado de las esquinas (superior derecha).



Fig. 86. Detalle del estado de las esquinas (inferior derecha).

Fig. 87. Interior de la caja tras retirar el papel amortiguador de las esquinas.



En conclusión, se completó la intervención sobre los metales, debido a su mayor gravedad de deterioro, efecto estético y necesidad de estabilización, así como el desmontaje de materiales dañinos para la conservación del gramófono y del resto de piezas con las que comparte espacio.

## 7.5. PROCESOS PENDIENTES

### 7.5.1. Lígneo

Dado que la madera presenta posibles restos de esporas fúngicas que no se hayan podido eliminar con la aspiración realizada y manchas de origen desconocido, se realizaría primero una limpieza. Ésta se realizaría en las zonas expuestas, como es el interior del compartimento del motor y la parte posterior en el exterior, donde se ha levantado el recubrimiento textil.

Se empezaría directamente por una limpieza química, aplicando una mezcla de agua y alcohol etílico a partes iguales en un algodón, tratando de escurrir el exceso para así no hinchar la madera.<sup>37</sup>

Una vez obtenido un nivel homogéneo de limpieza, se tratarían los hongos. Para asegurar una buena penetración y actuación profunda, se disolvería gel Ketoconazol Cinfa de uso tópico a un 3% en agua destilada. Esta disolución se aplicaría a hisopo, realizando una limpieza y retirada de los restos de hifas que puedan quedar presentes en la madera expuesta.

Por último, una vez se haya evaporado el agua, se protegería la madera con cera microcristalina<sup>38</sup> disuelta en White Spirit a partes iguales, aplicando a muñequilla.

### 7.5.2. Textil

Durante la intervención, hubo oportunidad de hacer pruebas de limpieza mecánica. En ellas, se observó que emplear goma Milán® 430 para la eliminación del polvo y depósito superficial similar resultaba efectivo.

Después de que se hayan removidos dichos restos, se procedería a la adhesión de abolsamientos y desgarros. Se hipotetiza que los abolsamientos fueron provocados también por la exposición a la humedad, sensibilizando y deshaciendo el adhesivo que mantenía unida la tela a la caja. Por otro lado, los desgarros deben haberse provocado por la manipulación, como es el roce de la manivela cuando se daba cuerda al motor. Se considera readherir dichas zonas para evitar que se extiendan y aumenten. Para ello, se emplearán resinas sintéticas de fácil reversibilidad y de carácter acuoso para reducir la toxicidad.

Para readherir las zonas abolsadas se requeriría aplicar el adhesivo a través de inyección. Para ello, se propone una mezcla de Plectol® B-500<sup>39</sup> y Klucel® G<sup>40</sup> en la siguiente proporción:

---

<sup>37</sup> VIVANCOS, Victoria. *La conservación y restauración de pintura de caballete: Pintura sobre tabla*. Madrid: Tecnos, 2007. pp. 186-187.

<sup>38</sup> "(...) Constituye de una mezcla de hidrocarburos saturados con cadenas lineales y ramificadas obtenidas de la refinación de petróleo." Extraído de: CTS. CERA MICROCRISTALINA - CTS España. CTS España [en línea]. [sin fecha]. [consultado el 16 de junio de 2025]. Disponible en: <https://shop-espana.ctseurope.com/184-cera-microcristalina>

<sup>39</sup> "Plectol® B-500 es una dispersión acuosa de polímero acrílico termoplástico no iónico." Extraído de: CTS. PLEXTOL® B 500 - CTS España. CTS España [en línea]. [sin fecha]. [consultado el 16 de junio de 2025]. Disponible en: <https://shop-espana.ctseurope.com/62-plextol-b-500>

<sup>40</sup> "Hidroxipropilcelulosa no iónica soluble en agua y en la mayor parte de disolventes orgánicos polares, insoluble en muchos disolventes orgánicos apolares, compatible con las gomas naturales, los almidones y las emulsiones acrílicas y vinílicas." Extraído de: CTS. KLUCEL® G – CTS ESPAÑA. CTS ESPAÑA [en línea]. [sin fecha]. [consultado el 16 de junio de 2025]. Disponible en: <https://shop-espana.ctseurope.com/103-klucel-g>

Plextol® B-500 (1:3 en agua) + Klucel® G (90 gr/L de agua)



2 partes de Plextol® B-500 : 1 parte de Klucel® G



Diluir a 3:1 en agua destilada para facilitar la inyección

La inclusión del hidroxipropilcelulosa no es tanto para aumentar el poder adhesivo de la mezcla, sino para reducir el carácter plastificante del Plextol® B-500, obteniendo un resultado más similar al de la pieza. Dependiendo del tamaño de la zona a tratar, la resina se inyectaría en uno o varios puntos para lograr alcanzar la extensión entera del abolsamiento. Una vez aplicada una cantidad suficiente, se ejercería presión para asegurar que la tela y la madera entran en contacto, y durante el secado del adhesivo se administraría calor a través de una espátula caliente interponiendo Melinex®<sup>41</sup>, con la intención de acelerar el proceso y evitar un mayor aporte de humedad del deseado.

Respecto a las separaciones de la tela de la zona posterior inferior, las cuales no forman ningún tipo de bolsa, se aplicaría una capa de la mezcla adhesiva sin diluir por impregnación sobre la madera, se presionarían los dos estratos y se aportaría calor de la misma manera.

Con relación a los desgarros, se ordenarían los hilos para volver a formar el tafetán, y se adherían con la misma resina en puntos estratégicos, aplicando de nuevo calor para acelerar el secado y reducir el aporte de humedad.

Se ha escogido no reintegrar las pérdidas del recubrimiento plástico ni la tela (fig. 88), debido que se considera un borrado del paso del tiempo y de datos valiosos para comprender la historia del Ica-fono. Esto implicaría que los posibles orificios que pueda provocar al microjeringa durante la adhesión no se disimulen, pero se evaluará su notabilidad durante el proceso de reintegración. En caso de ser visibles, sí se considerará su relleno con cera microcristalina y pigmentos, debido a tener un acabado y textura similares. Para ello, se ablandaría la cera a través del calor hasta obtener una consistencia maleable, mezclando con pigmentos hasta obtener una tonalidad similar a la del recubrimiento. Se aplicará sobre la tela con un pincel de goma dura (fig. 89), tratando de no extender más allá de la zona a tratar.

En cuanto al asa, primeramente, se procederá a la remoción de la intervención anterior, constante de un hilo para soportar el cuero a la hebilla derecha. A continuación, se realizarán pruebas de sensibilidad a la humedad, observando



Fig. 88. Detalle de los orificios en el reverso.



Fig. 89. Ejemplo de pinceles de goma dura, marca Van Gogh®

<sup>41</sup> "Film 100% poliéster, sin plastificantes, alta resistencia al calor (150°C) y a la humedad, se emplea como soporte aislante en el pegado de numerosos adhesivos termoplásticos, como soporte en los tratamientos y para almacenaje." Extraído de: AGARAGAR. MELINEX - 175 micras. AGARAGAR [en línea]. [sin fecha]. [consultado el 16 de junio de 2025]. Disponible en: <https://agaragar.net/products/melinex-175-micras>

aspectos relevantes como el cuarteado, rigidificación, relajación o solubilidad de los tintes. Independientemente de los resultados, se realizará una limpieza mecánica en seco del polvo y elementos grasos a base de Smoke Sponge<sup>42</sup>. Si el cuero resulta altamente sensible a la humedad, la limpieza terminaría aquí, pero, en el caso de poder soportar cierto aporte de agua, se profundizará el procedimiento con la aplicación de alcohol etílico y agua a partes iguales con hisopo.<sup>43</sup>

Respecto a la subsanación del asa, también dependerá de la resistencia a la humedad del cuero. En caso de poder soportar el aporte de humedad, se consolidará a través de Reemay<sup>®44</sup> de 34 gm/m<sup>2</sup> y gelatina a 1% en agua destilada. En el caso contrario, en vez de gelatina técnica se utilizará Beva O.F.® 371 Film<sup>45</sup>. Por último, para devolverle la flexibilidad al cuero y ralentizar el deterioro presente, se protegerá con una fina capa de cera microcristalina disuelta en White Spirit a partes iguales, aplicada a muñequilla, tratando de que no altere en profundidad el brillo del asa y no exceder su aplicación<sup>46</sup>.

### 7.5.3. Sustitución de elementos eliminados

Para reemplazar la tabla inferior, se ha considerado una nueva tablilla de DM de las mismas dimensiones (31 × 29'8 cm), a la cual se le realizará el mismo tratamiento preventivo antifúngico y protector de la madera. Se clavaría al gramófono con clavos de acero inoxidable y sus embellecedores correspondientes, idealmente del mismo diámetro que los originales (1'5 cm).

---

<sup>42</sup> "Esponja en látex de goma vulcanizada." Extraído de: CTS. ESPONJA ART SPONGE - CTS España. CTS España [en línea]. [sin fecha]. [consultado el 16 de junio de 2025]. Disponible en: <https://shop-espana.ctseurope.com/623-esponja-art-sponge>

<sup>43</sup> KITE, Marion, THOMSON, Roy y ANGUS, Aline. Materials and techniques: past and present. En: KITE, Marion y THOMSON, Roy. *Conservation of Leather and Related Materials*. Oxford: Taylor & Francis Group, 2006. pp. 124-128.

<sup>44</sup> "Reemay es un tejido-no-tejido 100% poliéster, libre de ácido (...)." Extraído de: PRESERVATION EQUIPMENT LTD. Reemay®. *Preservation Equipment Ltd* [en línea]. [sin fecha]. [consultado el 16 de junio de 2025]. Disponible en: <https://www.preservationequipment.com/Catalogue/Conservation-Materials/Other-Materials/Reemay>

<sup>45</sup> "Film seco, homogéneo constituido por puro Gustav Berger's O.F.® 371, exento de disolventes, especialmente apto para forraciones transparentes. Para una mejor aplicación el Beva O.F.® 371 Film se coloca entre un papel blanco siliconado y una hoja de film poliéster siliconado que hace que el acoplamiento film-soporte sea completamente transparente; esto permite cortar con precisión y con cualquier plantilla el film y entonces aplicarlo de forma precisa donde se necesite. El Beva O.F.® 371 Film no tiene ninguna capacidad adhesiva hasta la activación con calor o apropiados disolventes, con los cuales es también reversible." Extraído de: CTS. BEVA ORIGINAL FORMULA® 371 FILM - CTS España. CTS España [en línea]. [sin fecha]. [consultado el 16 de junio de 2025]. Disponible en: <https://shop-espana.ctseurope.com/359-beva-original-formula-371-film>

<sup>46</sup> KITE, Marion, THOMSON, Roy y ANGUS, Aline. Materials and techniques: past and present. En: KITE, Marion y THOMSON, Roy. *Conservation of Leather and Related Materials*. Oxford: Taylor & Francis Group, 2006. pp. 128-129.

En cuanto el fieltro retirado del plato giratorio, ya que sin él no se podría reproducir discos de pizarra, se plantea la realización de una sustitución a base de materiales inertes y libres de ácidos para evitar perjudicar el plato giratorio. Dicho sustituto requeriría de poseer cierto grado de flexibilidad y amortiguación para poder adaptarse al plato giratorio y a la vez sostener el disco sin que se resbale. Contando con estos criterios, se considera realizarlo a base de cartón compacto Premier<sup>TM</sup><sup>47</sup>, adheriendo capas entre sí con Vinavil<sup>®</sup> 59<sup>48</sup> hasta obtener el grosor deseado, y posteriormente recubierto con Reemay<sup>®</sup> para amortiguar al posar el disco.

---

<sup>47</sup> "Alto contenido en fibras alfacelulosa, pH 7.5 - 9.5, reserva alcalina (promedio 3%) carbonato de calcio (ISO 9706), laminado con adhesivo EVACON R (libre de plastificantes), libre de ácidos, encolado interior AKD, superficie con apresto (almidón de harina no iónico), libre de ligninas (ASTMD 1030), libre de O.B.A. (Elementos que provocan brillo óptico), menos de 0,8 partes por millón de Azufre." Extraído de: ARTE & MEMORIA. Cartón Compacto Premier<sup>TM</sup>. Extraído de: *Arte y memoria* [en línea]. [sin fecha] [consultado el 16 de junio de 2025]. Disponible en: [https://tienda.arteymemoria.com/es/dc1-carton-solido/261-2736-carton-compacto-premier.html#/274-paquete-50\\_unidades/509-color\\_nombre-gris\\_blanco/511-formato-780\\_x\\_1040\\_mm/515-grosor-03\\_mm](https://tienda.arteymemoria.com/es/dc1-carton-solido/261-2736-carton-compacto-premier.html#/274-paquete-50_unidades/509-color_nombre-gris_blanco/511-formato-780_x_1040_mm/515-grosor-03_mm)

<sup>48</sup> "Dispersión acuosa de un homopolímero acetovinílico de alto residuo seco." Extraído de: CTS. COLA BLANCA VINAVIL<sup>®</sup> 59 - CTS España. *CTS España* [en línea]. [sin fecha]. [consultado el 16 de junio de 2025]. Disponible en: <https://shop-espana.ctseurope.com/97-cola-blanca-vinavil-59>

## 8. MEDIDAS DE CONSERVACIÓN PREVENTIVA

Debido a la constante colaboración del Dept. de CRBBCC y el Fondo de Arte y Patrimonio de la UPV con el Museo de la Telecomunicación Vicente Miralles Segarra, desde hace años se ha aplicado una serie de medidas conservativas para el espacio expositivo dentro de las limitaciones que presenta al convivir con el centro docente.

Dichas medidas engloban los riesgos de actos vandálicos, incendios y disociación. Para ello, se emplean vitrinas de cristal de seguridad herméticas para los objetos de mayor riesgo debido a su tamaño o valor, incluyendo alarmas dentro de las propias vitrinas. En todo el edificio se encuentran detectores de humo, aspersores y extintores de polvo químico seco, además de la acción protectora contra el fuego que tienen las vitrinas. Por otro lado, todas las piezas, tanto en exposición como no, son incluidas en la base de datos del museo, fácilmente accesible al público y con un código identificativo del área temática a la que pertenece y su número de entrada. Además, cada pieza se presenta con su cartela correspondiente, indicando su título/descripción, número de referencia, año de datación y acreditación al donante. En total, el museo comprende la importancia de cada pieza y su aporte a la colección.

Como se ha comentado, la fusión del museo con la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de la Telecomunicación crea conflictos con las medidas de conservación óptimas para la colección, debido a una priorización por el espacio docente y por la variedad de materiales que se incluyen en el museo, mayoritariamente metales, pero también plásticos y madera. Por ello, se tratará de incluir normas que no influyan en el espacio universitario, o que acarreen un mayor gasto energético y económico.

En el espacio expositivo permanente del museo de la Telecomunicación Vicente Miralles Segarra, el Ica-fono se encuentra en la primera planta, en la sección de *Imagen y sonido*, compartiendo una vitrina con dos gramófonos más. La peana en la que se encuentran está a una altura media para la visualización completa de las piezas. No está cerca de ninguna ventana que pueda irradiar luz UV e IR, y su completo sellado la protege de cualquier accidente que pueda provocarse debido al sistema de tuberías. En dicha vitrina se incluye una de las alarmas antirrobo, que se acciona cuando el expositor se levanta. Dentro de ella no hay indicadores termohigrométricos, se realiza una limpieza del interior de los expositores cada 2 a 3 años y cada vez que se abren las vitrinas para incluir nuevas piezas o extraerlas. Además, la temperatura



Fig. 90. Ejemplo de tiras indicadoras del nivel de humedad presente.

Para una monitorización de que las medidas presentes en el museo, sobre todo la humedad relativa, son las adecuadas para la pieza tratada y el espacio expositivo en general, se propone la inclusión de tiras indicadoras del nivel de humedad (fig. 90). La posibilidad de una limpieza más frecuente requeriría de personal y material especializado, por lo que por dificultad de manejo y seguridad la dirección del museo la considera no recomendable. A pesar de la propuesta de tratamiento antifúngico, se aconseja mantener el nivel de humedad a un 30% y una temperatura no mayor de 20°C para evitar la reactivación de los hongos y eludir poner en riesgo la pieza y las de su alrededor. Si se presenta un nivel mayor a los indicados, es posible crear un microclima en la vitrina a base la inclusión de una bolsita de gel de sílice. Debido al tamaño, no sería necesaria una gran cantidad, y podría ocultarse de manera que no influyan en la exposición.<sup>49</sup>

En cuanto los elementos dissociables, como son la aguja y la manivela, se propone la catalogación e inclusión de un código identificativo para evitar su disociación. En caso de que el gramófono debiera trasladarse a un espacio distinto del expositivo, estas pueden guardarse dentro de la caja que forma el Ica-fono sin necesidad de crear un soporte diferente para dichos elementos.

## 8.1. PROPUESTA DE EXPOSICIÓN

Un aspecto que destacar del museo es la integración de realidad aumentada a la exposición. Durante las visitas guiadas, es posible escanear códigos QR en las vitrinas que expanden la información a un nivel virtual, con la inclusión de multimedia, a través de la aplicación de realidad aumentada diseñada específicamente para ello<sup>50</sup>.



Fig. 91. Escaneado 3D del Ica-fono para futuros proyectos.

Aprovechando esta característica, buscando ampliar el objetivo didáctico del museo y permitir profundizar en la mecánica del Ica-fono sin exceder su manipulación, se está realizando transversalmente un proyecto de exposición: escanear en 3D el interior y exterior del Ica-fono, para mostrar su funcionamiento desde el movimiento del generador hasta la propagación del sonido.

<sup>49</sup> GARCÍA, Isabel. *La conservación preventiva de bienes culturales*. Madrid: Alianza, 2013. pp. 163-168.

<sup>50</sup> MUSEO DE LA TELECOMUNICACIÓN VICENTE MIRALLES SEGARRA. App de Realidad Aumentada – Museo ETSIT. *Museo ETSIT – Museo de la Telecomunicación Vicente Miralles Segarra* [en línea]. [sin fecha] [consultado el 9 de julio de 2025]. Disponible en: <https://museotelecomvc.webs.upv.es/aplicacion-de-realidad-aumentada-del-museo/>

## 9. CONCLUSIONES

Cuando se planteó este TFG, el principal objetivo era estabilizar de manera estructural el Ica-fono con la intención de perdurar su exposición. A esto se le añadió fortalecer y promover la conservación y restauración de piezas más allá del ámbito artístico, ampliando la concepción del término “bien cultural” y su englobe.

Tras el estudio técnico y la valoración del estado de conservación, se pudo comprender que el Ica-fono presentaba una variedad de materiales en los que cada uno requería de un plan de actuación diferente, que sus patologías se extendían en mayor medida de la que se pensaba, abarcando agentes biológicos como los hongos, y que era necesario el planteamiento ordenado y extenso de restauración para abarcar los objetivos propuestos.

El criterio principal que se ha seguido durante toda la intervención ha sido el respeto sobre la pieza, más concretamente sobre sus testigos del tiempo, accidentes y consecuencias, tratando de no sobrepasar la cantidad de tratamientos a hacer y acotarse a lo necesario. Se realizó una excepción en aquellas instancias que pusieran en riesgo la integridad de la pieza, como es el ataque fúngico y la oxidación del motor. Aun así, la eliminación de estos daños no se puede realizar de manera profunda, debido a la cantidad de tiempo que han estado presentes y la profundidad a la que llegan.

Con la intervención realizada hasta la fecha, se han podido proteger los elementos metálicos de una corrosión progresiva y profunda, junto a la eliminación de elementos perjudiciales a la pieza y las de su alrededor, prometiendo un estado de conservación más estable.

En cuanto a la toma de contacto con el patrimonio tecnológico, el Ica-fono ha brindado la oportunidad de poder aplicar y ampliar el tipo de fuentes y conocimientos adquiridos en el grado, como es en el campo del contexto histórico, estudio técnico y en la intervención. Se ha comprendido que los bienes tecnológicos no solo entran en conceptos como históricos y didácticos, sino que también se extienden a una valía social, estética y, en especial, sentimental. El aparato converge entre el valor científico y social debido a su particularidad de ser portátil, lo cual está presente en los aparatos actuales y nuestro día a día, por lo que es un testigo de los primeros indicios por extender la música más allá de hogares y lugares de reunión. A partir de ello, se puede valorizar más allá, pudiendo obtener una perspectiva respecto a su estética, diseño y fin lúdico. Esto denota más que la idea de “cultura” y, en especial, “bien cultural”, no es tan ambiguo sino más bien extenso, pudiendo abarcar intersticios que los valores artísticos e históricos establecidos.

A pesar de los conocimientos obtenidos, se han presentado limitaciones en cuestión de tiempo y organización de la restauradora, resultando pendiente el tratamiento de los materiales textiles y ligneos, además de la sustitución de la tablilla de DM retirada debido al ataque fúngico. Asimismo, se considera que, debido al número de piezas del gramófono, se podría haber clasificado de manera más estratégica y ordenada, llevando a una exposición más esclarecedora de los resultados obtenidos.

En cuanto al cumplimiento de los ODS propuestos en el presente trabajo, se manifestaron limitaciones en la limpieza y protección de metales debido a que se requirió de disolventes orgánicos. Debido a ello, se ideó una metodología a base de geles para reducir la cantidad de disolventes a emplear y asegurar la protección tanto del equipo de restauración como del medioambiente (3.9). Cualquier sólido contaminado se retiró de manera que no tuviera un impacto medioambiental, en especial al agua (6.3 / 14.1), y siguiendo la política ambiental de la UPV, derivándolos al equipo de gestión de residuos (12.4). Por último, con la redacción de esta memoria se espera ampliar la difusión y obtener un resultado didáctico respecto a la protección del patrimonio junto a un desarrollo sostenible (11.4).

## 10. BIBLIOGRAFÍA

ANSELL, Martin P. (editor). *Wood Composites* [en línea]. Cambridge: Woodhead Publishing, 2015. ISBN 978-17-8242-454-3. [consultado el 15 de junio de 2025]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9781782424543000056>

BACHILLER, Carmen, COLOMINA, Antoni y DOMÉNECH, Beatriz. Conservación del patrimonio tecnológico: los equipos de telecomunicación del siglo XX. En: *Conservación de Arte Contemporáneo 24ª Jornada* [en línea]. Madrid: Museo Nacional Centro de Arte Reina Sofía, 2023, pp. 83–94. ISBN 82823013X. [consultado el 25 de noviembre de 2024]. Disponible en: <https://www.museoreinasofia.es/publicaciones/conservacion-arte-contemporaneo-24a-jornada>

BACHILLER, Carmen y ROMERO, M<sup>a</sup> Desamparados. *Los inicios de la telecomunicación en la Comunidad Valenciana. Una publicación del Museo de la Telecomunicación Vicente Miralles Segarra* [en línea]. Valencia: Universitat Politècnica de València, 2016, p. 126. ISBN 978-84-9048-468-5. [consultado el 25 de abril de 2024]. Disponible en: <http://hdl.handle.net/10251/160241>

BERG, Richard E. Sound recording | Techniques, Equipment & History. *Encyclopedia Britannica* [en línea]. 26 de julio de 1999. [consultado el 17 de mayo de 2024]. Disponible en: <https://www.britannica.com/technology/sound-recording>

BERLINER, Emile. The Gramophone: Etching the Human Voice. *Journal of the Franklin Institute of the State of Pennsylvania* [en línea]. Pennsylvania: Franklin Institute of the State of Pennsylvania, 1888, volumen CXXV, nº 6. [consultado el 20 de febrero de 2024]. Disponible en: <https://www.loc.gov/item/berl0179>

BERLINER, Emile. The Improved Gramophone. En: *Transactions of the American Institute of Electrical Engineers* [en línea]. [sin lugar]: Institute of Electrical Engineers, 1891, volumen VIII, nº 1. [consultado el 10 de febrero de 2024]. Disponible en: <https://doi.org/10.1109/T-AIEE.1891.5570135>

CAMPO, Gema, BAGAN, Ruth y ORIOLS, Núria. *Identificació de fibres textils. Suports tèxtils de pintures. Metodologia*. Barcelona: Generalitat de Catalunya, Departament de Cultura i Mitjans de Comunicació, 2009. ISBN 978-84-3937-990-4. [consultado el 15 de junio de 2025]. Disponible en: [https://centredere restauracio.gencat.cat/web/.content/crbmc/pdf/arxiu/identificacio\\_150dpi\\_.pdf](https://centredere restauracio.gencat.cat/web/.content/crbmc/pdf/arxiu/identificacio_150dpi_.pdf)

CHISVERT, Marta. *La importancia del patrimonio tecnológico. Proceso de conservación y restauración de una máquina de proyección Pathé-Baby* [en

línea]. Madrid García, José Antonio (dir.), Bachiller Martín, Carmen (dir.), Doménech García, Beatriz (dir.). Tesis de máster, Universitat Politècnica de València, 2024 [consultado el 25 de noviembre de 2024]. Disponible en: <http://hdl.handle.net/10251/205408>

COLECCIÓN FB. Colección FB. *Colección Fb* [en línea]. [sin fecha] [consultado el 18 de agosto de 2024]. Disponible en: <https://www.coleccionfb.com/indexa.html>

COLECCIÓN FB. Firmas madrileñas. *Colección Fb* [en línea]. [sin fecha] [consultado el 18 de agosto de 2024]. Disponible en: [https://www.coleccionfb.com/firmas\\_madrilenas.htm](https://www.coleccionfb.com/firmas_madrilenas.htm)

COLOMINA, Antoni; GUEROLA, Vicente y MORENO, Berta. *La limpieza de las superficies pictóricas. Metodología y protocolos técnicos*. Gijón: Ediciones Trea, S.L., 2020. ISBN 978-84-1798-797-8

DELGADO, Luis. *PALEOPHONÍA: Una exposición sobre la historia de la grabación sonora* [en línea]. Valladolid: Diputación de Valladolid, 2011. [consultado el 24 de agosto de 2024]. Disponible en: [https://cultura.diputaciondevalladolid.es/historico-zorrilla/-/asset\\_publisher/pMhhLZHsj7Q/content/paleophonia-una-exposicion-sobre-la-historia-de-la-grabacion-sonora](https://cultura.diputaciondevalladolid.es/historico-zorrilla/-/asset_publisher/pMhhLZHsj7Q/content/paleophonia-una-exposicion-sobre-la-historia-de-la-grabacion-sonora)

DOMÉNECH, M<sup>a</sup> Teresa. *Principios físico-químicos de los materiales integrantes de los bienes culturales*. Valencia: Editorial Universitat Politècnica de València, 2020. ISBN 978-84-8363-996-2

ENGELMAN, Ryan. The Second Industrial Revolution, 1870-1914. *US History Scene* [en línea]. [sin fecha] [consultado el 28 de junio de 2024]. Disponible en: <https://ushistoryscene.com/article/second-industrial-revolution/>

ESPAÑA. Ley 16/1985, de 25 de junio, del Patrimonio Histórico Español. Boletín Oficial del Estado, núm. 155, de 29 de junio de 1985, Jefatura del Estado. [consultado el 23 de noviembre de 2024] Disponible en: <https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-1985-12534>

ESPAÑA. Ley 14/2011, de 1 de junio, de la Ciencia, la Tecnología y la Innovación. Boletín Oficial del Estado, núm. 131, de 2 de junio de 2011, Jefatura del Estado. [consultado el 23 de noviembre de 2024] Disponible en: <https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-2011-9617>

ESPAÑA. Ley 8/2023, de 30 de marzo, de Patrimonio Cultural de la Comunidad de Madrid. Boletín Oficial del Estado, núm. 192, de 12 de agosto de 2023, Jefatura del Estado. [consultado el 23 de noviembre de 2024] Disponible en: <https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-2023-18316>

EVERRETT, Tom. Writing sound with a human ear: reconstructing Bell and Blake's 1874 ear phonautograph. *Science Museum Group Journal* [en línea]. Londres: Department of Research and Public History of the Science Museum of London, 2019, nº 12 [consultado el 29 de junio de 2024]. ISSN 2054-5770. Disponible en: doi:10.15180/191206

FIRST SOUNDS. The Phonautograms of Édouard-Léon Scott de Martinville. *FirstSounds.ORG* [en línea]. [sin fecha] [consultado el 28 de junio de 2024]. Disponible en: <http://www.firstsounds.org/sounds/scott.php>

GARCÍA, Isabel. *La conservación preventiva de bienes culturales*. Madrid: Alianza, 2013. ISBN 978-84-206-7865-8

GUEROLA, Clara. *Estudi tècnic i intervenció de la màquina d'escriure Smith Premier nº 20 del Museu d'Informàtica de la UPV* [en línea]. Colomina Subiela, Antoni (dir.), Echegaray Alí, Karla Denise (dir.), Doménech García, Beatriz (dir.). Trabajo de Fin de Grado, Universitat Politècnica de València, 2023 [consultado el 25 de junio de 2024]. Disponible en: <https://riunet.upv.es/handle/10251/199821>

GRAMOPHONE AND THE LIKE. Inventor: Charles Joseph RYAN. Publicación: marzo de 1919. Depositada: 24 de mayo de 1917. Patente EE.UU. 170,766. Disponible en: <https://books.google.es/books?id=eu2p6Sv6GuoC&pg=RA1-PA658&lpg=RA1-PA658&dq=gramophone+reflector&source=bl&ots=do57719dUx&sig=ACfU3U14q8b2CjpOZ-lf6ljgQbqF1MMITw&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwjry7yzyEAXpUqQEhXakBRgQ6AF6BAgbEAM#v=onepage&q&f=false>

GREENWALD, Brian H. disability history museum--Education: Essay: Disability History Museum. *Disability History Museum* [en línea]. [sin fecha] [consultado el 29 de junio de 2024]. Disponible en: <https://www.disabilitymuseum.org/dhm/edu/essay.html?id=59>

KANIGEL, Robert. *Faux Real: Genuine Leather and 200 Years of Inspired Fakes*. Philadelphia: University of Pennsylvania Press, 2007. 978-08-122-2132-9

KITE, Marion y THOMSON, Roy. *Conservation of Leather and Related Materials*. Oxford: Taylor & Francis Group, 2006. ISBN 978-0-7506-4881-3

MOREDA, Eva. Inventing the Recording. *The Public Domain Review* [en línea]. 12 de julio de 2017 [consultado el 29 de junio de 2024]. Disponible en: <https://publicdomainreview.org/essay/inventing-the-recording/>

MUÑOZ, Salvador. *Contemporary Theory of Conservation*. Oxford: Elsevier Butterworth-Heinemann, 2005. ISBN 0-7506-6224-7

MUSEO DE LA TELECOMUNICACIÓN VICENTE MIRALLES SEGARRA. App de Realidad Aumentada – Museo ETSIT. *Museo ETSIT – Museo de la Telecomunicación Vicente Miralles Segarra* [en línea]. [sin fecha] [consultado el 10 de julio de 2025]. Disponible en: <https://museotelecomvlc.webs.upv.es/aplicacion-de-realidad-aumentada-del-museo/>

ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS. Objetivos de Desarrollo Sostenible. *Naciones Unidas* [en línea]. [2015] [consultado el 22 de diciembre de 2024]. Disponible en: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/>

STERNE, Jonathan. *The Audible Past* [en línea]. Durham and London: Duke University Press, 2003. [consultado el 29 de junio de 2024]. ISBN 0-8223-3004-0. Disponible en: doi:10.1215/9780822384250

TELECO UPV. El Gramófono [video]. *YouTube*. 14 de noviembre de 2014 [consultado el 6 de junio de 2025]. Disponible en: <https://www.youtube.com/watch?v=kxJX2WjHVXw>

THE LIBRARY OF CONGRESS. History of the Cylinder Phonograph | History of Edison Sound Recordings | Articles and Essays | Inventing Entertainment: The Early Motion Pictures and Sound Recordings of the Edison Companies | Digital Collections | Library of Congress. *The Library of Congress* [en línea]. [sin fecha] [consultado el 28 de junio de 2024]. Disponible en: <https://www.loc.gov/collections/edison-company-motion-pictures-and-sound-recordings/articles-and-essays/history-of-edison-sound-recordings/history-of-the-cylinder-phonograph/>

THE LIBRARY OF CONGRESS. The Gramophone | Articles and Essays | Emile Berliner and the Birth of the Recording Industry | Digital Collections | Library of Congress. *The Library of Congress* [en línea]. [sin fecha]. Disponible en: <https://www.loc.gov/collections/emile-berliner/articles-and-essays/gramophone/> [consultado el 14 de octubre de 2024]

THORENS. History. *Thorens* [en línea]. 2023. [consultado el 18 de agosto de 2024]. Disponible en: <https://thorens.com/en/thorens-news-m/history-mobile.html>

UCSB CYLINDER AUDIO ARCHIVE. Edison Gold-Moulded Cylinders | UCSB Cylinder Audio Archive. *UCSB Cylinder Audio Archive* [en línea]. [sin fecha] [consultado el 29 de junio de 2024]. Disponible en: <https://cylinders.library.ucsb.edu/history-goldmoulded.php>

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA. Política Ambiental. *AMAPUOC* [en línea]. [consultado el 3 de junio de 2025]. Disponible en: <https://www.upv.es/entidades/amapuoc/politica-ambiental-2/>

VIVANCOS, Victoria. La conservación y restauración de pintura de caballete: Pintura sobre tabla. Madrid: Tecnos, 2007. ISBN 978-84-309-4651-8

## Fichas técnicas

AGARAGAR. MELINEX - 175 micras. *AGARAGAR* [en línea]. [sin fecha]. [consultado el 16 de junio de 2025]. Disponible en: <https://agaragar.net/products/melinex-175-micras>

ARTE & MEMORIA. Cartón Compacto Premier™. *Arte y memoria* [en línea]. [sin fecha] [consultado el 16 de junio de 2025]. Disponible en: <https://tienda.arteymemoria.com/es/dc1-carton-solido/261-2736-carton-compacto-premier.html#/274-paquete-50-unidades/509-color-nombre-gris-blanco/511-formato-780-x-1040-mm/515-grosor-03-mm>

CTS. BEVA ORIGINAL FORMULA® 371 FILM - CTS España. *CTS España* [en línea]. [sin fecha]. [consultado el 16 de junio de 2025]. Disponible en: <https://shop-espana.ctseurope.com/359-beva-original-formula-371-film>

CTS. CERA MICROCRISTALINA - CTS España. *CTS España* [en línea]. [sin fecha]. [consultado el 16 de junio de 2025]. Disponible en: <https://shop-espana.ctseurope.com/184-cera-microcristalina>

COLA BLANCA VINAVIL® 59 - CTS España. *CTS España* [en línea]. [sin fecha]. [consultado el 16 de junio de 2025]. Disponible en: <https://shop-espana.ctseurope.com/97-cola-blanca-vinavil-59>

CTS. ESPONJA ART SPONGE - CTS España. *CTS España* [en línea]. [sin fecha]. [consultado el 16 de junio de 2025]. Disponible en: <https://shop-espana.ctseurope.com/623-esponja-art-sponge>

CTS: KLUCEL® G – CTS ESPAÑA. *CTS ESPAÑA* [en línea]. [sin fecha]. [consultado el 16 de junio de 2025]. Disponible en: <https://shop-espana.ctseurope.com/103-klucel-g>

CTS. PLEXTOL® B 500 - CTS España. *CTS España* [en línea]. [sin fecha]. [consultado el 16 de junio de 2025]. Disponible en: <https://shop-espana.ctseurope.com/62-plextol-b-500>

GE-IIC. ACETATO DE ETILO – Grupo Español IIC. *Grupo Español IIC – International Institute for Conservation of Historic and Artistic Works* [en línea]. [sin fecha]. [consultado el 3 de junio de 2025]. Disponible en: <https://www.ge-iic.com/fichas-tecnicas/disolventes/acetato-de-etilo-eac/>

GE-IIC. CARBOPOL – Grupo Español IIC. *Grupo Español IIC – International Institute for Conservation of Historic and Artistic Works* [en línea]. [sin fecha]. [consultado el 3 de junio de 2025]. Disponible en: <https://www.ge-iic.com/fichas-tecnicas/gelificantes-espesantes/carbopol/>

Reemay®. *Preservation Equipment Ltd* [en línea]. [sin fecha]. [consultado el 16 de junio de 2025]. Disponible en: <https://www.preservationequipment.com/Catalogue/Conservation-Materials/Other-Materials/Reemay>

RHOM AND HAAS. Paraloid® B-44 100% | Solid Grade Thermoplastic Acrylic Resin. *CTS España* [en línea]. [sin fecha]. [consultado el 3 de junio de 2025]. Disponible en: [https://shop-espana.ctseurope.com/documentacioncts/fichastecnicasweb2018/1.1.1resinaacrilica2016/paraloid\\_b-44\\_17.pdf](https://shop-espana.ctseurope.com/documentacioncts/fichastecnicasweb2018/1.1.1resinaacrilica2016/paraloid_b-44_17.pdf)

## 11. ÍNDICE DE IMÁGENES

Las imágenes y tablas expuestas en el presente Trabajo Fin de Grado han sido realizadas por la autora a excepción de las que se mencionan a continuación:

Fig. 2. Representación gráfica del fononautógrafo de Scott de Martinville. 1911. [consultado el 18 de enero de 2025]. Disponible en: [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Scott\\_phonautograph.png](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Scott_phonautograph.png)

Fig. 3. Representación gráfica del fononautógrafo de Alexander Graham Bell y Clarence J. Blake. 1877. [consultado el 18 de enero de 2025]. Disponible en: [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Ear\\_Phonautograph.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Ear_Phonautograph.jpg)

Fig. 4. Thomas Edison junto una de las primeras versiones del fonógrafo. 1877. [consultado el 18 de enero de 2025]. Disponible en: [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Edison\\_and\\_phonograph\\_edit1.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Edison_and_phonograph_edit1.jpg)

Fig. 5. Frontispicio de The Gramophone: Etching the Human Voice, por Emile Berliner. 1888. [consultado el 20 de febrero de 2024]. Disponible en: <https://www.loc.gov/item/berl0179>

Fig. 6. Disco de pizarra de Berliner Gramophones. 1897. [consultado el 19 de enero de 2025]. Disponible en: <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:BerlinerDisc1897.jpg>

Fig. 7. Gramófono de Kämmer and Reinhardt. C. 1890. [consultado el 19 de enero de 2025]. Disponible en: [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:K%C3%A4mmer\\_and\\_Reinhardt\\_Gramophone.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:K%C3%A4mmer_and_Reinhardt_Gramophone.jpg)

Fig. 8. Emile Berliner junto a uno de los primeros modelos de gramófono. C. 1910. [consultado el 19 de enero de 2025]. Disponible en: [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Emile\\_Berliner\\_with\\_phonograph.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Emile_Berliner_with_phonograph.jpg)

Fig. 9. Anuncio publicitario del gramófono Decca Dulcephone. Western Daily Press, 9 de julio de 1914. [consultado el 19 de enero de 2025]. Disponible en: <https://en.wikipedia.org/wiki/File:Decca-Dulcephone.png>

Fig. 10. Detalle de recorte publicitario del Ica-fono en prensa. 1929. [consultado el 19 de enero de 2025]. Disponible en: <https://www.todocoleccion.net/coleccionismo-carteles-pequenos/1928-hoja-revista-publicidad-anuncio-prensa-ica-fono-fonografo-portatil-maquina-escribir-smith~x198027876>

Fig. 88. Ejemplo de pinceles de goma dura, marca Van Gogh®. [consultado el 18 de junio de 2025]. Disponible en:

<https://www.royaltalens.com/es/products/van-gogh-colour-shapers-set?variant=53784306942337>

Fig. 90. Ejemplo de tiras indicadoras del nivel de humedad presente. [consultado el 20 de junio de 2025]. Disponible en:

<https://tienda.arteymemoria.com/es/ea5-estabilizador-de-humedad/120-tiras-indicadoras-de-humedad.html>

Fig. 91. Escaneado 3D del Ica-fono para futuros proyectos. © Museo de la Telecomunicación Vicente Miralles Segarra.

Tabla 2. COLOMINA, Antoni, GUEROLA, Vicente y MORENO, Berta. *La limpieza de las superficies pictóricas. Metodología y protocolos técnicos*. Gijón: Ediciones Trea, S.L., 2020. p. 60.

## 12. ANEXOS

### 12.1. ODS

| Objetivos de Desarrollo Sostenible                     | Alto | Medio | Bajo | No procede |
|--------------------------------------------------------|------|-------|------|------------|
| <b>ODS 1.</b> Fin de la pobreza                        |      |       |      | ×          |
| <b>ODS 2.</b> Hambre cero                              |      |       |      | ×          |
| <b>ODS 3.</b> Salud y bienestar                        |      |       | ×    |            |
| <b>ODS 4.</b> Educación de calidad                     |      |       |      | ×          |
| <b>ODS 5.</b> Igualdad de género                       |      |       |      | ×          |
| <b>ODS 6.</b> Agua limpia y saneamiento                |      | ×     |      |            |
| <b>ODS 7.</b> Energía asequible y no contaminante      |      |       |      | ×          |
| <b>ODS 8.</b> Trabajo decente y crecimiento económico  |      |       |      | ×          |
| <b>ODS 9.</b> Industria, innovación e infraestructuras |      |       |      | ×          |
| <b>ODS 10.</b> Reducción de las desigualdades          |      |       |      | ×          |
| <b>ODS 11.</b> Ciudades y comunidades sostenibles      |      |       | ×    |            |
| <b>ODS 12.</b> Producción y consumo responsables       |      | ×     |      |            |
| <b>ODS 13.</b> Acción por el clima                     |      |       |      | ×          |
| <b>ODS 14.</b> Vida submarina                          |      |       | ×    |            |
| <b>ODS 15.</b> Vida de ecosistemas terrestres          |      |       |      | ×          |
| <b>ODS 16.</b> Paz, justicia e instituciones sólidas   |      |       |      | ×          |
| <b>ODS 17.</b> Alianzas para lograr objetivos          |      |       |      | ×          |

ODS 3: *Garantizar una vida sana y promover el bienestar para todos en todas las edades.*

- **3.9:** para 2030, reducir sustancialmente el número de muertes y enfermedades producidas por productos químicos peligrosos y la contaminación del aire, el agua y el suelo

ODS 6: *Garantizar la disponibilidad de agua y su gestión sostenible y el saneamiento para todos.*

- **6.3** De aquí a 2030, mejorar la calidad del agua reduciendo la contaminación, eliminando el vertimiento y minimizando la emisión de productos químicos y materiales peligrosos, reduciendo a la mitad el porcentaje de aguas residuales sin tratar y aumentando considerablemente el reciclado y la reutilización sin riesgos a nivel mundial

ODS 11: *Lograr que las ciudades sean más inclusivas, seguras, resilientes y sostenibles.*

- **11.4** Redoblar los esfuerzos para proteger y salvaguardar el patrimonio cultural y natural del mundo.

ODS 12: *Garantizar modalidades de consumo y producción sostenibles.*

- **12.4** De aquí a 2020, lograr la gestión ecológicamente racional de los productos químicos y de todos los desechos a lo largo de su ciclo de vida, de conformidad con los marcos internacionales convenidos, y reducir significativamente su liberación a la atmósfera, el agua y el suelo a fin de minimizar sus efectos adversos en la salud humana y el medio ambiente

ODS 14: *Conservar y utilizar sosteniblemente los océanos, los mares y los recursos marinos.*

- **14.1** De aquí a 2025, prevenir y reducir significativamente la contaminación marina de todo tipo, en particular la producida por actividades realizadas en tierra, incluidos los detritos marinos y la polución por nutrientes.

## 12.2. ANEXO FOTOGRÁFICO

### 12.2.1. Traslado



Fig. 1

### 12.2.2. Registro fotográfico inicial

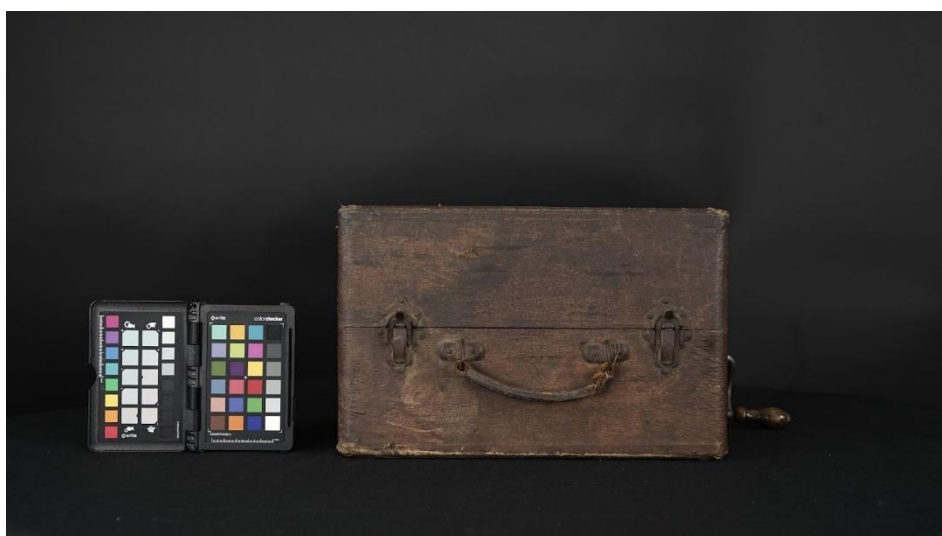


Fig. 2

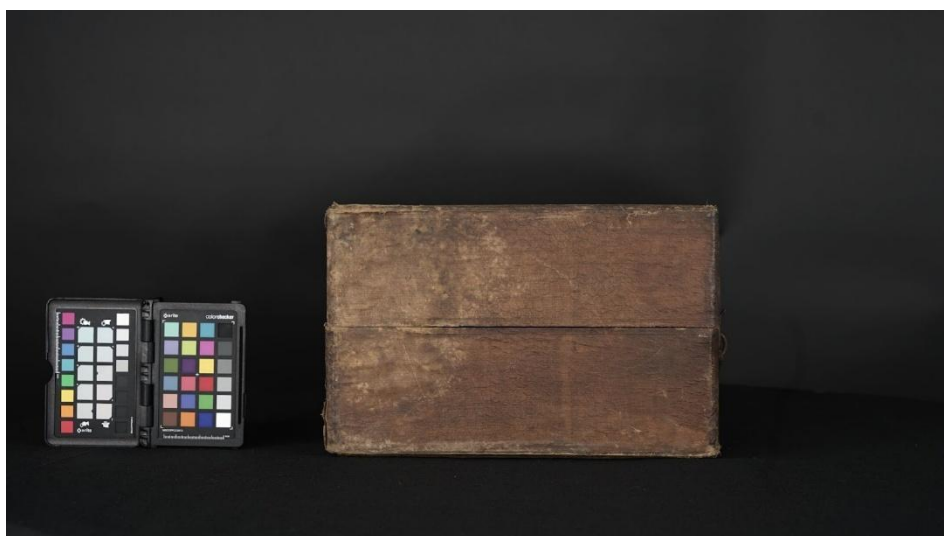


Fig. 3

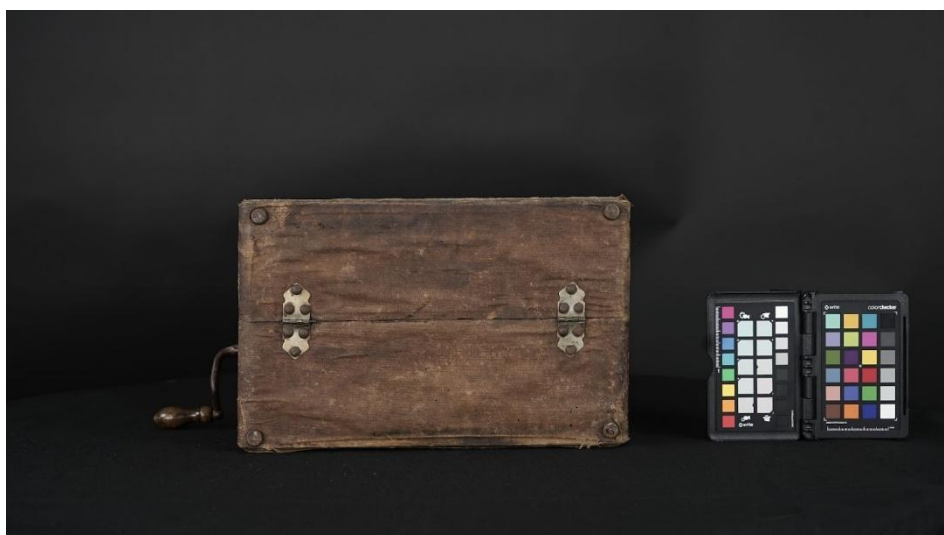


Fig. 4

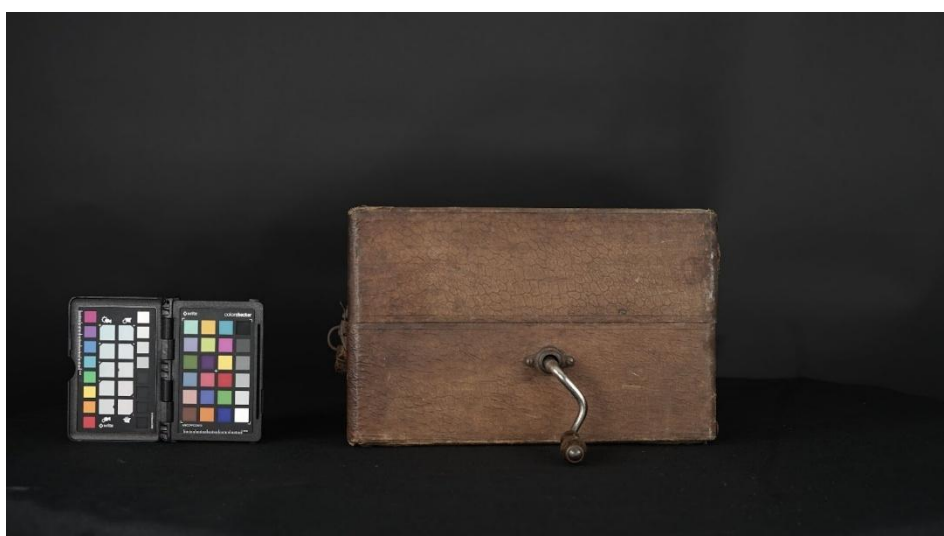


Fig. 5

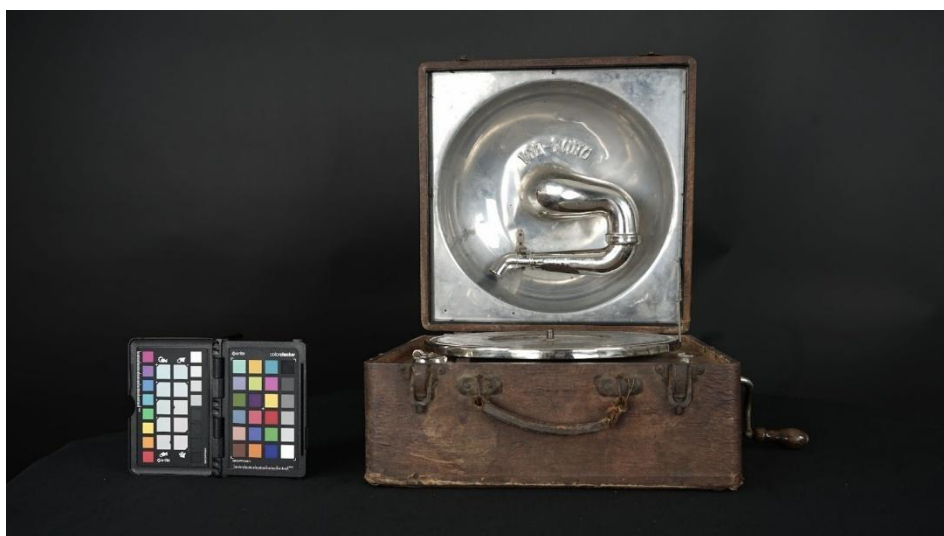


Fig. 6



Fig. 7

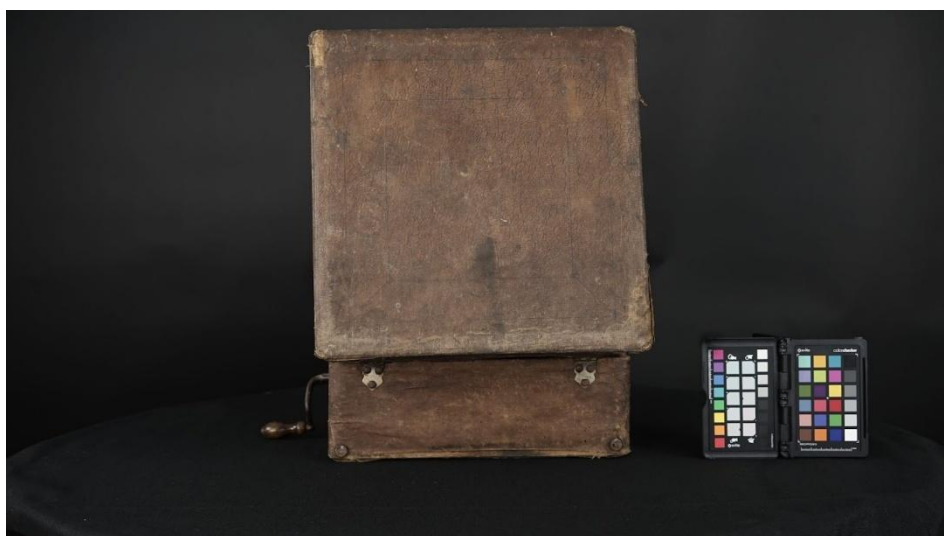


Fig. 8

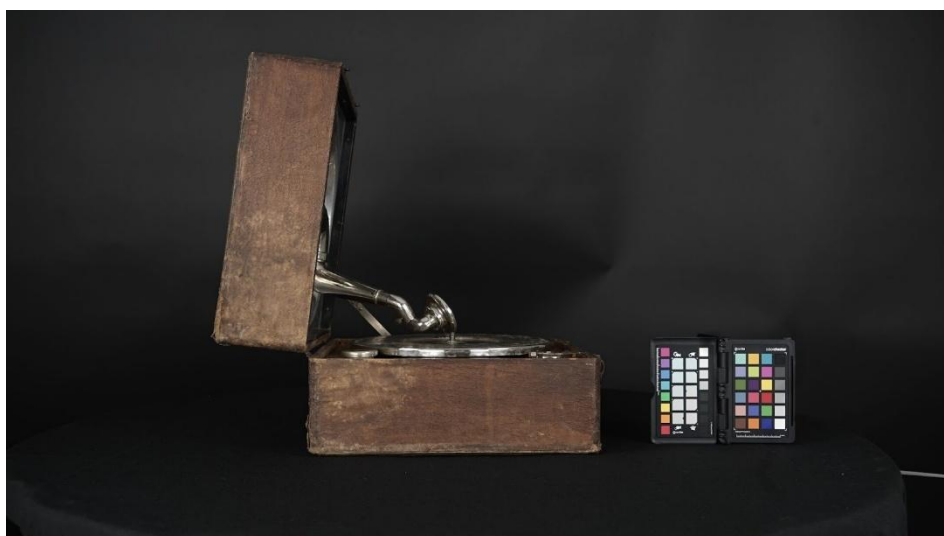


Fig. 9



Fig. 10



Fig. 11



Fig. 12



Fig. 13



Fig. 14



Fig. 15



Fig. 16



Fig. 17

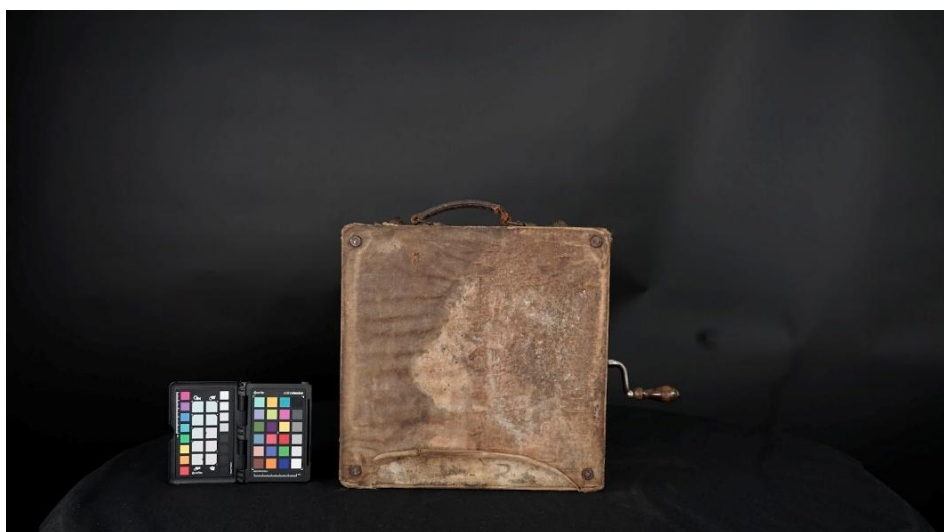


Fig. 18



Fig. 19



Fig. 20

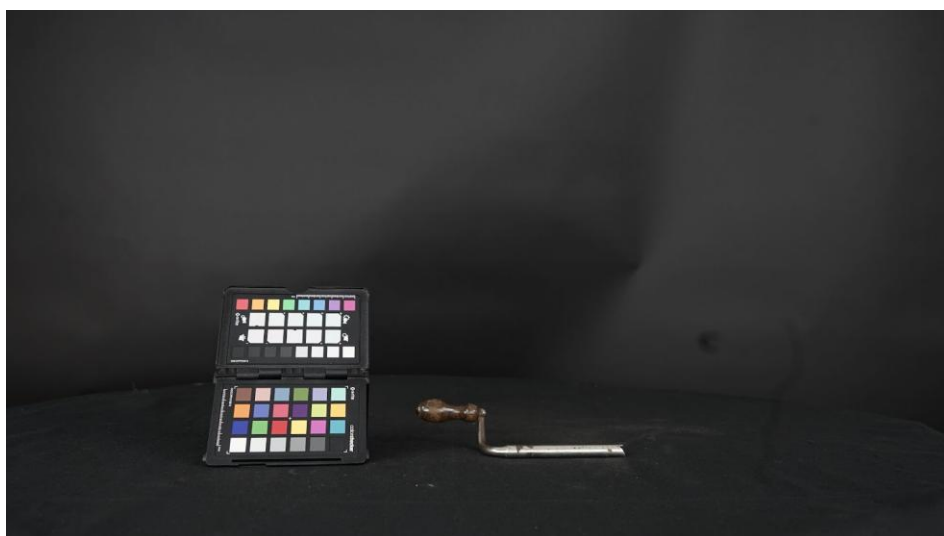


Fig. 21

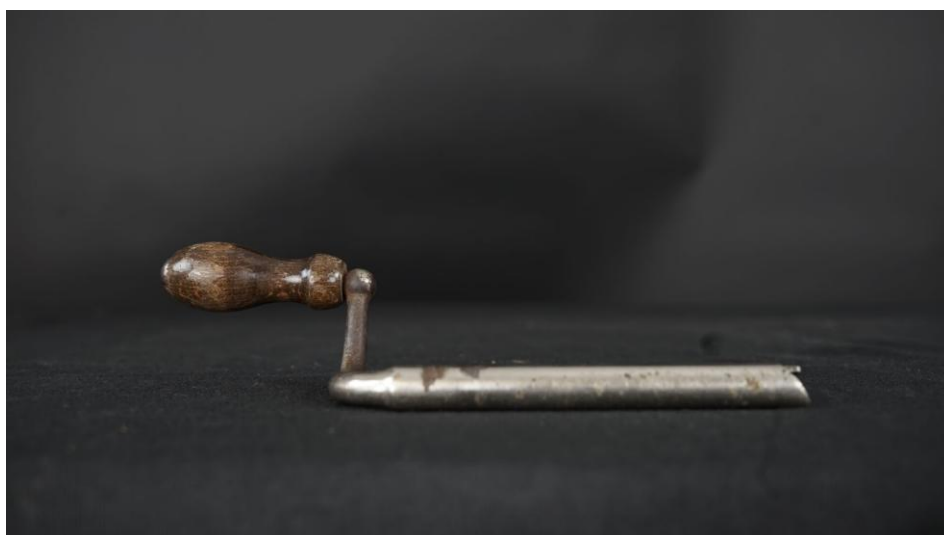


Fig. 22

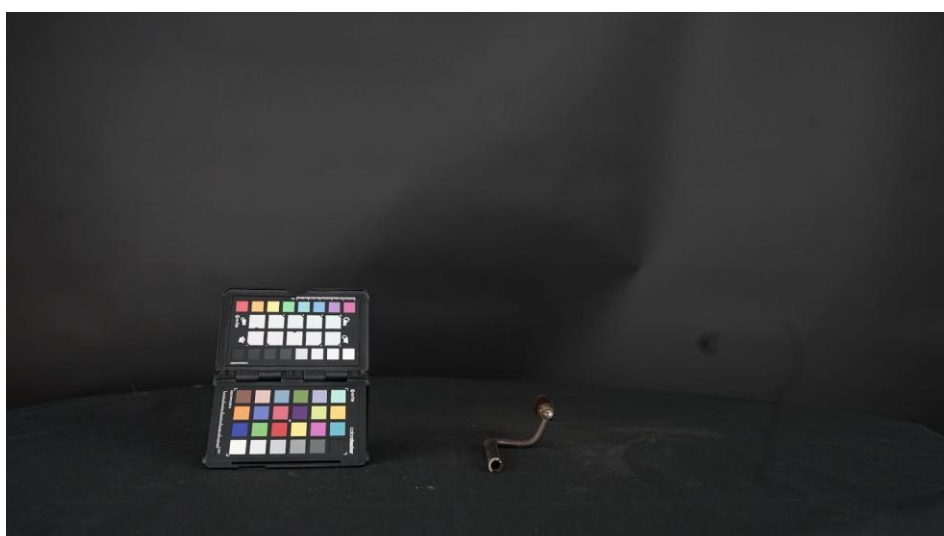


Fig. 23

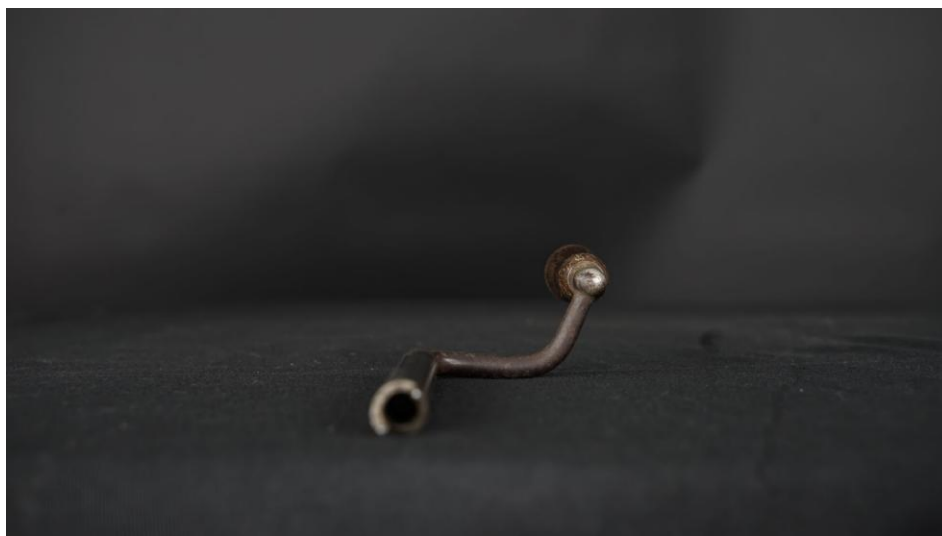


Fig. 24

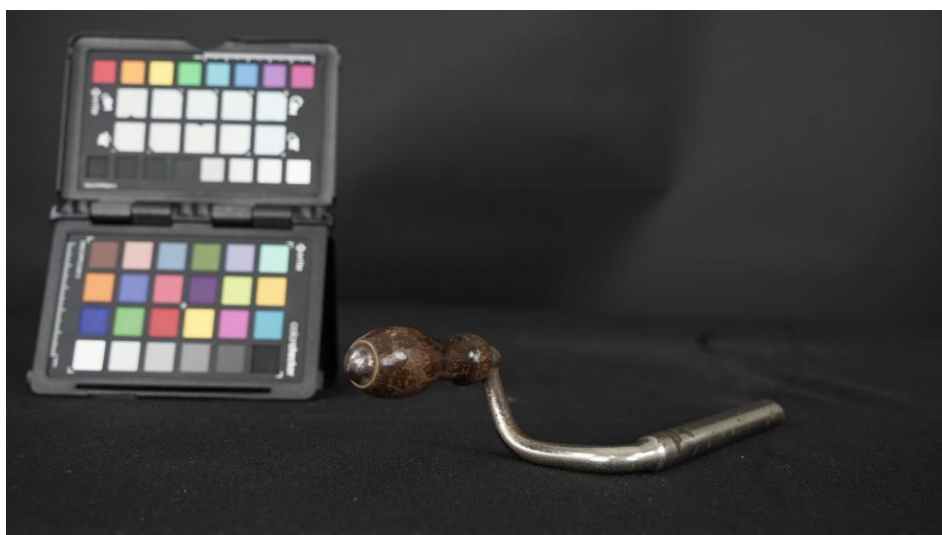


Fig. 25

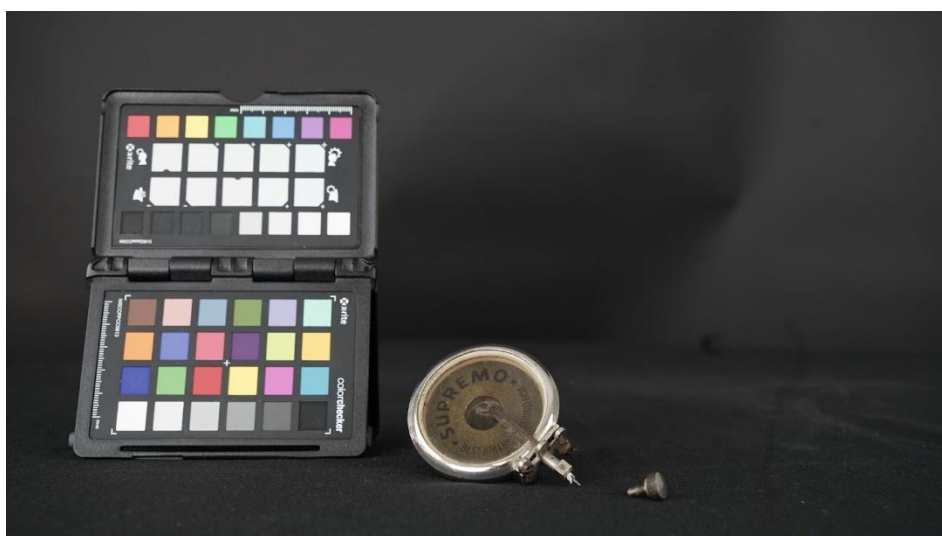


Fig. 26

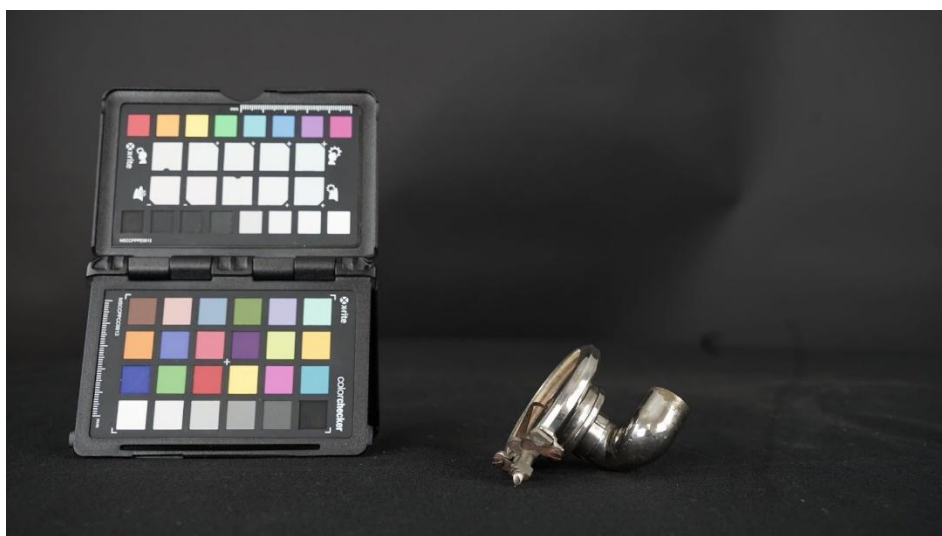


Fig. 27

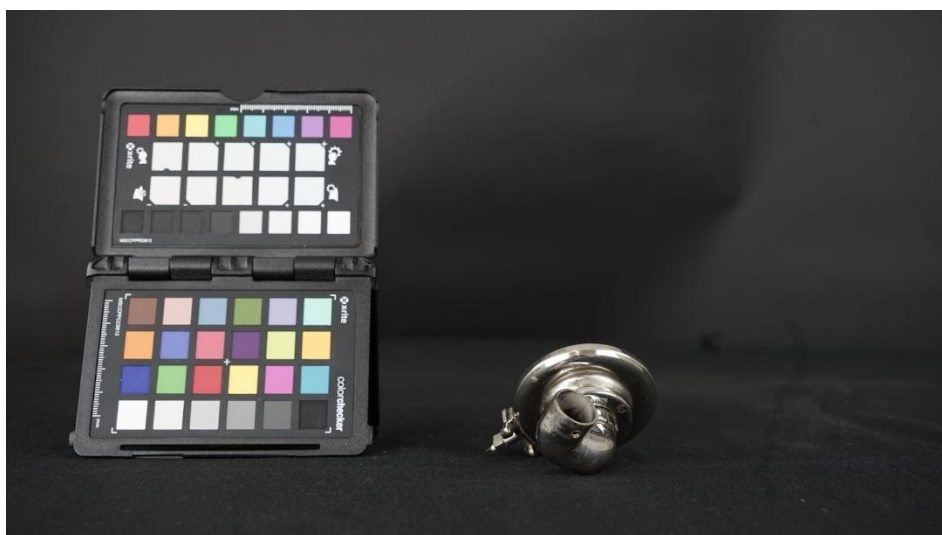


Fig. 28

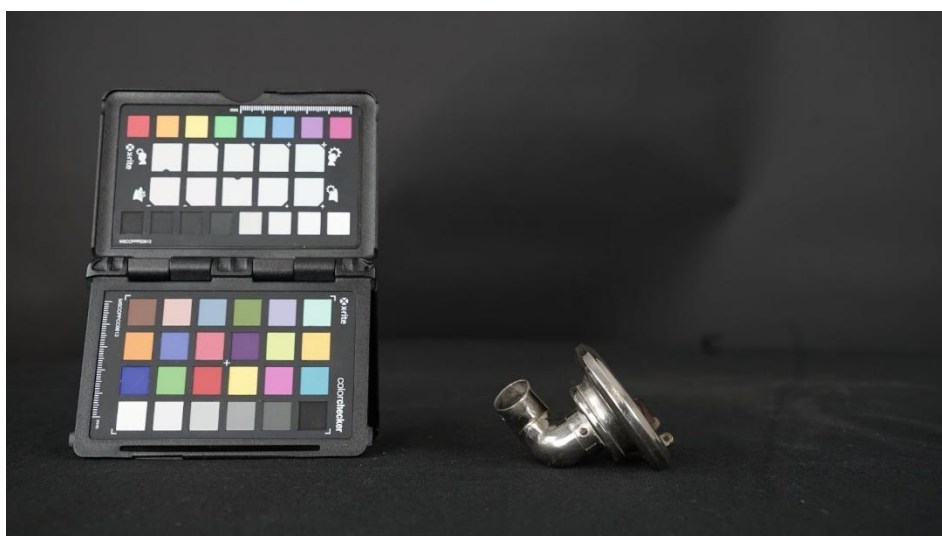


Fig. 29



Fig. 30

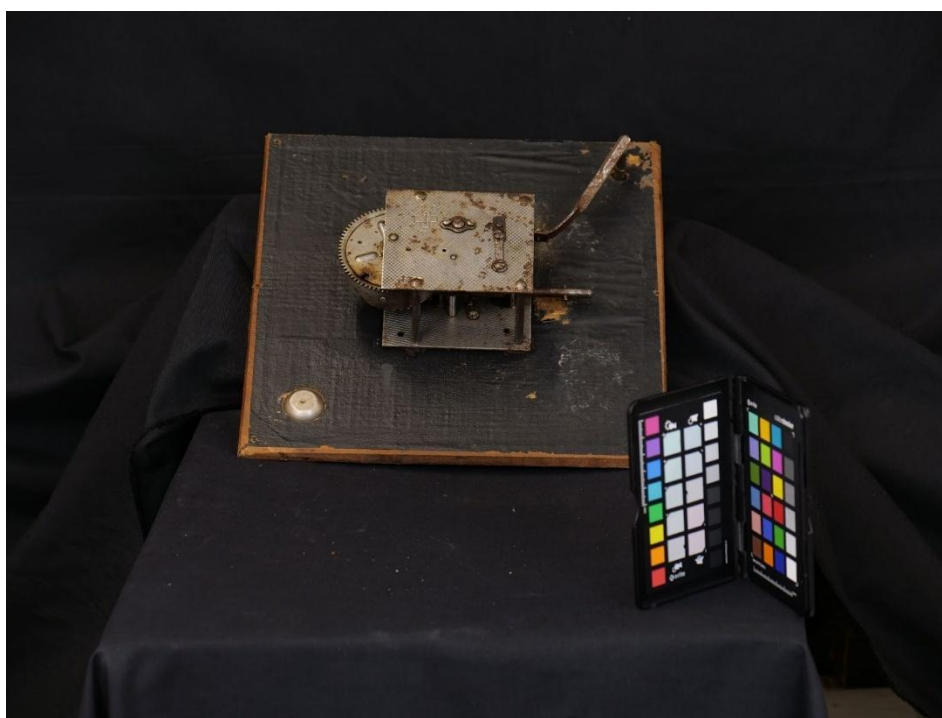


Fig. 31



Fig. 32

### 12.2.3. Radiografías



Fig. 33

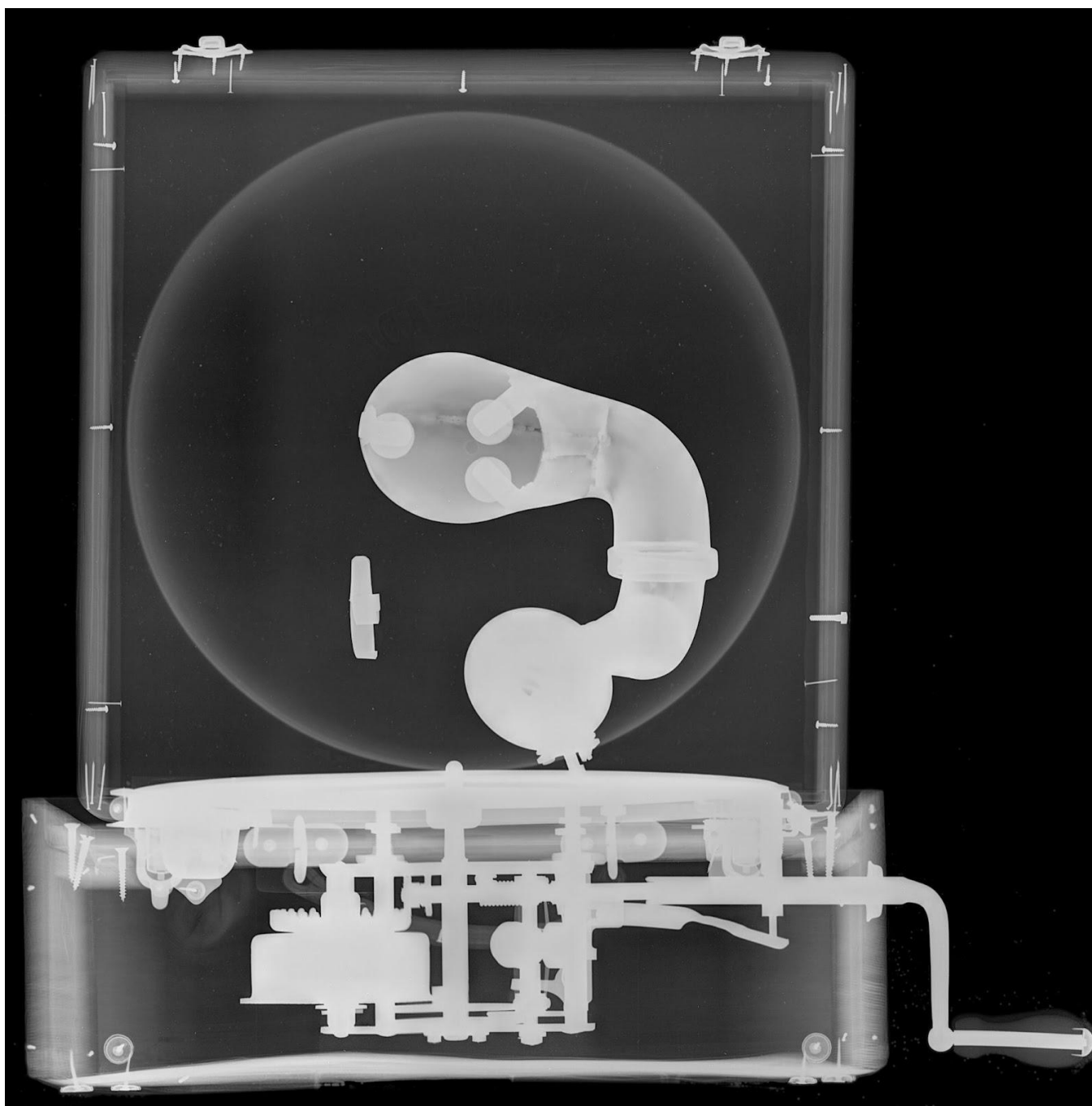


Fig. 34



Fig. 35

#### 12.2.4. Gramófonos análogos

Fig. 36. Ica-fono procedente de la colección del Centro de Documentación Musical de Andalucía (CDMA). Datado de 1914 a 1920. [consultado el 15 de julio de 2025]. Disponible en: <https://www.centrodedocumentacionmusicaldeandalucia.es/-/506-gramofono?inheritRedirect=true>

© CDMA



Fig. 37. Gramófono Decca portátil, procedente de Powehouse Collection (Australia). Datado de c. 1920. [consultado el 15 de julio de 2025]. Disponible en: <https://collection.powerhouse.com.au/object/252505> © Powehouse Collection





Fig. 38. Gramófono Barnett Samuel & Sons portátil, procedente del Museu de la Música de Barcelona. Datado de 1914. [consultado el 15 de julio de 2025]. Disponible en: [https://cataleg.museumusica.bcn.cat/detall/fons\\_instruments/H309784/?resultsetnav=64f5b7a2e1f83](https://cataleg.museumusica.bcn.cat/detall/fons_instruments/H309784/?resultsetnav=64f5b7a2e1f83) © Museu de la Música de Barcelona



Fig. 38. Gramófono Odeon Records portátil, procedente del Museu de la Música de Barcelona. Datado de 1920. [consultado el 15 de julio de 2025]. Disponible en: [https://cataleg.museumusica.bcn.cat/detall/fons\\_instruments/H310002/?resultsetnav=64f5b7fe72526](https://cataleg.museumusica.bcn.cat/detall/fons_instruments/H310002/?resultsetnav=64f5b7fe72526) © Museu de la Música de Barcelona