



UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID
FACULTAD DE BELLAS ARTES
MÁSTER UNIVERSITARIO EN CONSERVACIÓN DEL
PATRIMONIO CULTURAL

Trabajo Fin de Máster

**LOCOMOTORA SAF Nº1 DEL
MUSEO DEL FERROCARRIL DE
ASTURIAS EN GIJÓN**

Propuesta de conservación y puesta en valor

Alumna Alba Sanz de la Cal

Directora María Teresa Gil Muñoz

Curso 2019 / 2020



La locomotora SAF Nº1 en la Mina La Camocha. Fotografía cortesía de Carbajal.

*El elemento característico [de la Restauración], no está en el objeto sino en el sujeto.
(Bonsanti, 1997, citado por Muñoz Viñas, 2004, p.39)*

Índice

1.Introducción.....	3
2.Justificación.....	4
3.Objetivos.....	6
3.1. Objetivo general.....	6
3.2. Objetivo específico.....	6
4. Metodología.....	7
5. Estado de la cuestión.....	8
6.Locomotora SAF Nº1.....	15
6.1. Identificación del bien y análisis de significancia.....	18
6.2. Historia material.....	27
6.3. Estado de conservación.....	28
6.4. Patrimonio asociado.....	33
7. Evaluación de riesgos.....	39
7.1. Identificación y evaluación de riesgos.....	40
7.2. Valoración de los riesgos.....	65
8. Propuesta de conservación y puesta en valor.....	68
8.1. Propuestas de conservación.....	68
8.2. Propuestas de puesta en valor.....	70

9. Conclusiones.....	78
10. Bibliografía.....	81
11. Anexos.....	88
11.1. Planos disponibles.....	88
11.2. Restauración de 1994.....	90
11.3. Restauración de 2013.....	98
11.4. Procedimiento de encendido.....	109
11.5. Contaminantes.....	112
11.6. Fotogrametría de la locomotora SAF N°1 y creación de realidad umentada	115
11.7. Videojuego ‘Locomotora SAF N°1, Museo del Ferrocarril de Asturias	118

Agradecimientos

Agradezco a Javier Fernández López, director del Museo del Ferrocarril de Asturias, su ayuda y colaboración al permitirme el acceso a los fondos del archivo del Museo.

Gratitud a Manuel Cañamero Rueda, restaurador y amigo, que me ha acercado a los tratamientos restaurativos de las antiguas locomotoras de vapor.

Extiendo mi agradecimiento a Clemente Espinel de ADIF por la aportación de los planos, y al Museo del Ferrocarril de Arganda del Rey, por permitirme acceso al taller de restauración y atenderme en todas las preguntas que les he realizado, en especial a Xavier Canals por aportarme documentación.

Con recuerdo entrañable y gratitud, también, a Santos Carbajal, que vivió en la estación de La Camocha.

Asimismo, el asesoramiento de Estela Cancio Abad por orientarme sobre cuestiones jurídicas.

Agradecer a María Higuera Muñoz, restauradora y especializada en digitalización de Patrimonio e impresión 3D, por aconsejarme acerca de esta nueva forma de poner en valor el patrimonio y ayudar a la conservación y difusión.

Quiero dar las gracias a mi padre, José Agustín Sanz Real, empleado en el sector ferroviario, que tanto me ha apoyado.

Por último, agradezco el apoyo y orientación de María Teresa Gil Muñoz para poder realizar este estudio.

Todos y cada uno de los nombrados saben de qué manera tan especial han contribuido al buen término de este trabajo.

RESUMEN

En el siguiente estudio se pretende dar a conocer la problemática de la conservación del caso de estudio de la locomotora SAF N°1 en el Museo del Ferrocarril de Asturias. Esta locomotora fabricada en 1952 prestó su servicio durante tres décadas en la mina La Camocha, en Gijón. Desde ese momento hasta 1994 se encuentra en desuso en una nave, momento en el que se traslada al museo. Una vez en el museo, se realizan en un periodo de veinte años dos grandes restauraciones que permitirán la puesta en funcionamiento de la locomotora. Se realizará un análisis de significancia en base a los actuales textos asociados a la salvaguarda del Patrimonio Histórico Cultural Ferroviario, así como un estudio del estado actual de conservación de la locomotora, como de los riesgos que la puedan dañar, poniendo en riesgo su integridad.

Tras el análisis de los riesgos, se presentarán una serie de propuestas, con el fin de solventar una pérdida próxima futura y a su vez se expondrán algunas ideas en torno a la puesta en valor, con el objetivo de dar a conocer la locomotora SAF N°1.

Palabras clave:

SAF N°1, conservación locomotora a vapor, minería asturiana, autenticidad, patrimonio industrial ferroviario.

Abstract:

The following study has the intention to announce the problems of conservation of the case of study of the SAF N°1 locomotive in the Asturias Railway Museum. This locomotive of 1952 served for three decades in La Camocha mine, in Gijón. Since that moment to 1994 was in disuse in an industrial warehouse, until It was transfer to the museum. Once in the museum, in a period of time of twenty years, two significant restorations will be made to allow the locomotive to function. A significance analysis will be made in base of the actual texts associated to the safeguard of the Railway Cultural Historical Heritage, as well as a study of the actual state of conservation of the locomotive and the risks that can damage the SAF N°1, losing its integrity.

After the risk analysis, It will be shown a series of proposals with the purpose of solve a near lost and at the same point of time, It will be shown some ideas around the put in value, with the objective of get to know the SAF N°1 locomotive.

Keywords:

SAF N°1, locomotive conservation, Asturian mining, authenticity, railway industrial heritage.

Acrónimos:

- AEFH**: Agrupación Española de Ferrocarriles Históricos
- BPDF**: Patrimonio Documental Ferroviario
- EPN**: Escuela Politécnica Nacional
- FFE**: Fundación de Ferrocarriles Españoles
- PCI**: Patrimonio Cultural Industrial
- PHCF**: Patrimonio Histórico Cultural Ferroviario
- PI**: Patrimonio Industrial
- PIF**: Patrimonio Industrial Ferroviario
- PNL**: Proposición No de Ley
- PNPI**: Plan Nacional de Patrimonio Industrial

1.Introducción

Según el *Plan Nacional de Patrimonio Industrial*: “Se entiende por patrimonio industrial el conjunto de los bienes muebles, inmuebles y sistemas de sociabilidad relacionados con la cultura del trabajo que han sido generados por las actividades de extracción, de transformación, de transporte, de distribución y gestión generadas por el sistema económico surgido de la “revolución industrial”. Estos bienes se deben entender como un todo integral compuesto por el paisaje en el que se insertan, las relaciones industriales en que se estructuran, las arquitecturas que los caracteriza, las técnicas utilizadas en sus procedimientos, los archivos generados durante su actividad y sus prácticas de carácter simbólico”. (**Ministerio de Cultura y Deporte, 2016, pg.8**)

La conservación de este tipo de patrimonio industrial, en concreto ferroviario, supone un reto, ya que no puede ser tratado como otro tipo de patrimonio mueble, como por ejemplo, la pintura de caballete, y se han de valorar diferentes criterios a la hora de su conservación. Se deben de tener en cuenta los siguientes aspectos: es un objeto creado para un uso práctico, transportar personas o mercancías. Por ello, desde un principio no se ha considerado patrimonio cultural. Cuando este sufre un percance que afecte a su funcionamiento, se procede a la sustitución de esa pieza que ha provocado este fallo, para alargar su vida útil. Asimismo, no se debe llamar a este proceso restauración, sino rehabilitación, ya que se está volviendo a poner en marcha un artilugio que ha dejado de funcionar.

Las locomotoras a vapor, marcaron un antes y un después a nivel global, permitiendo recorrer grandes distancias en menor tiempo. Estas, han ido evolucionando acorde a las necesidades que se han ido aconteciendo.

La mina de La Camocha marcó un antes y un después en la comarca de Gijón. En Asturias están ligados a la mina algunos cánticos folclóricos tradicionales, destacando la canción *La Mina y el Mar* (La Mina de la Camocha) de José León Delesta.

2. Justificación

Es necesario indagar sobre los procesos de restauración y conservación que se están realizando en diferentes instituciones tratando de recuperar un patrimonio al que se ha dado poca importancia a lo largo de décadas por tener un valor más que artístico, funcional, ya que ayudó a desarrollar la economía de un territorio. A día de hoy no hay una clave exacta sobre ello, existen numerosas organizaciones y asociaciones¹ que se encargan de velar y proteger este Patrimonio Ferroviario. Se está trabajando en crear una serie de normas para fomentar la conservación por parte de estas instituciones, ya que, como se mencionó antes, cumplen una función útil, y cuando este se vuelve obsoleto porque las tecnologías se han ido desarrollando, cae en abandono, perdiéndose este patrimonio para siempre.

Por ello, se ha seguido el *Plan de Identificación, Protección y Puesta en Valor del Patrimonio Histórico Cultural Ferroviario*, proporcionado por la FFE, con el fin de analizar la locomotora SAF N°1 y siguiendo sus criterios, definirla en el grupo de patrimonio que pertenece dentro del Ferroviario y apoyarse en las pautas que proporciona para crear una puesta en valor acorde a las necesidades y posibilidades que esta ofrece.

Asimismo, se realizará un estudio físico de las condiciones de conservación en las que se encuentra la locomotora y su entorno, con el fin de implantar algunos cambios para su mejor conservación y preservación en el tiempo, ya que actualmente no se cuenta con ello y no existe un *Plan de Salvaguarda en Caso de Emergencia*.

Por otra parte, se han estudiado otras locomotoras que se encuentran en el territorio para dar a conocer su estado de conservación y qué criterios existen para su puesta en marcha. Asimismo, se darán a conocer otras locomotoras y material asociado a esta, que no se encuentran en funcionamiento.

Por ello se cree conveniente exponer en este estudio los diferentes apoyos que surgen en torno a la protección del Patrimonio Industrial Ferroviario. Ha de tenerse presente que las locomotoras han sido creadas para dar un servicio y no ha sido hasta hace veinte años que se ha empezado a dar importancia la recuperación de este. Por esta carencia de interés como objeto cultural, gran parte de este patrimonio ha sido destruido de forma intencionada o por el paso del tiempo debido a su abandono.

¹Existen numerosas asociaciones que se encargan de proteger el Patrimonio Ferroviario a nivel estatal como ICOMOS España, el Instituto del Patrimonio Cultural Español, ... y asociaciones como INCUNA, Fundación de Ferrocarriles Españoles (FFE), Federación Española de Asociaciones de Amigos del Ferrocarril, ...

En países como Italia, Francia o Alemania², existe una mayor protección y gestión de este, quienes poseen rutas de largo kilometraje. Pero en España, el uso de las locomotoras históricas a vapor, se limita a unas vías que se encuentran en desuso y están asociadas solamente a esa locomotora. Por otra parte, se intenta mantener el contexto original de estas, pero en el caso de la SAF Nº1, es imposible ya que las vías de la mina fueron desmanteladas y como se menciona en la *Proposición No Ley del 18 de diciembre de 2018: Relativa a los ferrocarriles históricos. Presentada por el Grupo Parlamentario Socialista. (Número de expediente 161/003090)*, no deben llevar mercancías, que es para lo que fue creada esta locomotora.

Por tanto, se encuentra con la problemática de mantener la esencia original intacta, que en muchos casos no sería posible. Asimismo, la autenticidad es una cuestión muy significativa, ya que en otros bienes es fundamental conservar el mayor número de piezas originales, pero en este caso, se han de realizar una serie de modificaciones para su puesta en funcionamiento y seguridad, como la implantación de un freno automático.

Como se ha mencionado, existen guías, como el *Plan Nacional de Patrimonio Industrial*, y el *Plan de Identificación, Protección y Puesta en Valor del Patrimonio Histórico Cultural Ferroviario*, pero no está regulada una Ley que proteja este PI a nivel nacional y es la propia Comunidad Autónoma, quien en su Ley de Patrimonio Histórico recoge esta protección, con la problemática de ser muy general sobre el Patrimonio Industrial, en el caso de tener una sección, no se centra expresamente en los Ferrocarriles Históricos y locomotoras a vapor. Algunas comunidades cuentan en su Ley de PI, por poseer numeroso Patrimonio Cultural Industrial, como son Asturias, Castilla y León, Andalucía, Madrid, Murcia y Valencia, Asturias dedica una Sección de un Capítulo; Galicia y Navarra, un Capítulo y comunidades como Andalucía, Aragón y Baleares se les concede un Título. (**Plan Nacional de Patrimonio Industrial, 2016, p.63**)

Es cierto, que día a día se va dando más importancia a estos bienes, tanto en su uso turístico para revivir en muchos casos, una experiencia de la niñez, ya que estas locomotoras dejaron de prestar servicio en los años ochenta; entender la historia de un territorio a través de la locomotora; y se ha de destacar, el uso cada día más común gracias a los voluntarios y restauradores, del uso de las locomotoras a vapor en películas y series ambientadas en los siglos XIX y XX, como ocurre en la SAF Nº1 con *Historia de un Beso* u otras escenas como en *Las Chicas del Cable*, generada con otro modelo de locomotora.

Gracias a estos esfuerzos realizados por los restauradores y voluntarios, se puede disfrutar cada día de más locomotoras a vapor, y gracias a la promoción en las Redes

²En Meiningen, Alemania, talleres Damplokwerk, filial de Deutsche Bahn AG, se encuentran unos talleres de reparación certificados por la Unión Europea. En el Valle del Harz, Alemania, se encuentran unos 140km de línea a vapor que conectan los pueblos; las rutas Hazquer, Selketal y Brockenbahn, las recorren 10 locomotoras encendidas al mismo tiempo y disponen de 25 locomotoras en activo.

Sociales y el boca a boca, se consigue que cada vez sean más las personas que contemplen y disfruten de este patrimonio, haciendo posible que se amplíe.

En este estudio se propondrán mejoras en cuanto al entorno de la locomotora SAF N°1 para mejorar su conservación y disfrute a lo largo de su vida útil y sean más generaciones quienes puedan contemplar en funcionamiento esta locomotora. Por otra parte, se propondrán una serie de ideas que se podrían llevar a cabo fácilmente ya que no suponen una inversión económica y podría motivar que la locomotora fuese más conocida por el público, suscitando un aumento de su valor.

3. Objetivos

3.1. Objetivo general

El objetivo principal por el cual se ha realizado este estudio, es la puesta en conocimiento de este tipo de patrimonio, dentro del amplio abanico que es el Patrimonio Industrial, que muchas veces es desconocido y no se tiene en valor por su reciente creación. Analizarlo para poder llevar a cabo un plan de conservación de la locomotora SAF N°1 y crear varias propuestas para ponerla en valor, comparándola con otras del mismo fabricante, como la Echeverría en Azpeitia, la locomotora *Arganda* en Arganda del Rey y otras locomotoras que se encuentran dentro del país.

3.2. Objetivos específicos

- Proporcionar unas pautas a seguir para aquellos voluntarios dentro de las organizaciones que tengan la intención de rehabilitar este patrimonio.
- Servir como ejemplo de caso de estudio para la conservación de otras locomotoras a vapor.
- Difundir la importancia de la conservación en este tipo de Patrimonio Cultural.
- Poner en valor su importancia como ejemplo de locomotora en funcionamiento en Asturias y España.
- Manifiestar la importancia del Patrimonio Industrial Ferroviario.
- Exponer las actuales estrategias de conservación que se siguen.
- Dar a conocer la SAF N°1.
- Crear un estudio de los riesgos que afectan a la conservación de la SAF N°1.
- Identificar las situaciones problemáticas que se puedan producir.
- Proponer soluciones apropiadas y adecuadas a las condiciones actuales para evitar estos riesgos.

4. Metodología

En este trabajo se sigue una metodología científica mediante técnicas de investigación, análisis, interpretación y síntesis de las fuentes. Y, por otra parte, una técnica física, ya que se ha tenido que examinar la locomotora *in situ*.

Entre los recursos empleados para el desarrollo de este trabajo se hallan los documentos registrados en el archivo del Museo del Ferrocarril de Asturias, previamente analizados y seleccionados; revistas especializadas en Patrimonio Industrial Ferroviario, documentación gráfica (fotografía) y datos sobre medidas de conservación para el mantenimiento funcional de la máquina de vapor SAF Nº1, a través de la observación directa durante la práctica de dichas medidas conservativas.

Por otra parte, se han realizado diversas visitas para estudiar tanto el edificio, como el objeto de estudio, la locomotora SAF Nº1 y su emplazamiento original, mina La Camocha.

Asimismo, se ha utilizado como plataforma de edición Photoshop CS6.

Se ha recurrido a el *Plan Nacional de Patrimonio Industrial* (actualización de 2016); el *Plan de Identificación, Protección y Puesta en valor del Patrimonio Histórico Cultural Ferroviario* de la FFE; *Guía de Gestión de Riesgos para el Patrimonio Museológico; Teoría Contemporánea de la Restauración* de Salvador Muñoz Viñas, así como diversos videos de la conferencia de Javier Fernández López en INCUNA 2020 (XXII Jornadas Internacionales) y de testigos que vivieron y trabajaron en La Camocha.

Se han creado códigos QR, utilizando el recurso Web:

<https://www.qrcode.es/es/generador-qr-code/>

Para la realización de gráficas se ha usado Microsoft Excel.

Para realizar un correcto estudio de las condiciones ambientales, tanto al respecto del estudio de las temperaturas y humedades, se ha recurrido a la AEMET. Para el registro de lux en el exterior al recinto perteneciente al museo, se ha utilizado un luxómetro Dr. meter modelo LX1330B.

Por otra parte, se ha usado la aplicación para ordenador Construct 2 para la creación de un videojuego y la página web itch.io para su difusión. Como de la aplicación Agisoft Metashape Professional para la realización de la fotogrametría de la locomotora.

Es por ello, que se ha decido hacer una breve explicación de la metodología para la realización del 3D en fotogrametría y una introducción para la realización de un videojuego (véase *Anexo, 11.6 y Anexo 11.7*).

5. Estado de la cuestión

El estado de la cuestión se ha organizado entorno a la investigación y análisis de la actual situación y puesta en valor del Patrimonio Histórico Ferroviario llevado a cabo por la Fundación de Ferrocarriles Españoles (FFE), en el *Plan de Identificación, Protección y Puesta en valor del Patrimonio Histórico Cultural Ferroviario*, en donde se recogen unos términos más amplios a los mencionados en *el Plan Nacional de Patrimonio Industrial*.

El ámbito ferroviario presenta una diversidad de elementos que lo componen: estaciones, talleres, documentación, etc. Además, del vínculo de este Patrimonio con sectores industriales; por tanto, con el Patrimonio Industrial.

La rapidez en los cambios tecnológicos y el que los bienes industriales estén fabricados en serie y existan por esta razón muchos ejemplares, no son valorados como susceptibles de integrar el Patrimonio Histórico. **(FFE, 2016, p.22)**

El Patrimonio Industrial Ferroviario Minero, particularmente, se halla en una situación de precariedad en cuanto a su uso y protección, entre otras razones, por las que se citan en el *Plan Nacional de Patrimonio Industrial*. Algunas de estas razones son la obsolescencia, “la dificultad de su conservación íntegra, es decir, que se pueda contar con todos sus elementos originarios, la diversidad de criterios a la hora de plantear su conservación o derribo”, la desprotección legal, etc. **(Plan Nacional de Patrimonio Industrial, 2016, p.54)**

Mucho de este Patrimonio está en estado de abandono o se ha perdido. Sin embargo, actualmente hay actuaciones que permiten vislumbrar un horizonte mejor, como el *Programa de Puesta en Valor del Patrimonio Industrial Ferroviario* derivado del *Plan de Identificación, Protección y Puesta en valor de este Patrimonio* realizado por la FFE. Un plan en el que se establecen formas de salvaguarda, criterios y procedimientos para la recuperación y puesta en valor de sus bienes o conjuntos integrantes. Puesta en valor a través de “museos y colecciones del ferrocarril: museos del ferrocarril, centros de interpretación del ferrocarril, colecciones, talleres y trenes históricos, otros museos no ferroviarios”. Por otra parte, existen las explotaciones ferroturísticas, como son las “vías verdes, estaciones con encanto (hoteles, restaurantes, albergues), trenes turísticos”. Diferentes formas de puesta en valor; en activo, cumpliendo su función primitiva, pero protegidos, recuperados, identificados y difundidos como integrantes del Patrimonio Histórico Cultural Ferroviario (PHCF), o formas de ser reutilizados, para usos diferentes del original (bibliotecas, oficinas municipales), o empleados para la recuperación de otros bienes. También difundiendo su existencia y localización y las actividades de su puesta en valor; difusión social e institucional. **(FFE, 2016, pp.23-45)**

La salvaguarda de este patrimonio “ha sido una antigua preocupación de Renfe y de la” propia “Fundación de Ferrocarriles Españoles que se ha concretado en la creación de museos del ferrocarril y en la permanente labor” y ampliación de sus fondos.

Actualmente, “se dispone de una doctrina científica para la identificación, protección y puesta en valor de dicho Patrimonio”. Además, están las Asociaciones de Amigos del Ferrocarril que tantas veces han evitado la pérdida de piezas importantes, sobre todo de los vehículos. Igualmente debe mencionarse a las instituciones públicas y privadas que han protegido este Patrimonio, como los Museos de Azpeitia y de Gijón. **(FFE, 2016, p.5)**

Por otra parte, se encuentra la *Carta de Riga (2005)*, que tiene como objetivo guiar en las decisiones para hacer seguro y posible el disfrute de los ferrocarriles turísticos. Su objetivo es servir de guía para la conservación, restauración, mantenimiento, reparación y uso correcto del equipamiento. Se compone de 12 artículos, que orientan a que toda restauración debe ser documentada, debe diferenciarse del original pero que no destaque, deben utilizarse técnicas originales en su restauración (en la medida de lo posible, ya que por ejemplo, antiguamente se utilizaban pinturas que contenían plomo y hoy en día está prohibido por ser tóxico), un estudio previo apoyado de documentación, toda pieza sustituida ha de ser conservada, salvaguardar los vestigios de la historia, garantizar la seguridad en su uso,...

En España se sigue una guía para restaurar las locomotoras, *Normas de referencia Técnica y de Seguridad para la explotación de Ferrocarriles Históricos*, creada en 2017. Adaptada de la francesa, “*Référentiel technique relatif à la sécurité de l’exploitation des chemins de fer touristiques*”, redactada por el STRMTG (Service Technique des Remontées Mécaniques et des Transports Guidés) del Ministerio de Ecología, Desarrollo Sostenible, Transporte y Vivienda de la República Francesa. **(AFCHE, 2017, p.7)**

En este documento, se recogen una serie de pautas que se deben seguir, como que la locomotora debe contar con un freno de emergencia; que en todo momento debe haber dos personas en la cabina por si uno no puede accionar el freno, ya que estas locomotoras no cuentan con el “dispositivo de hombre muerto” (un sistema que consiste en un botón que el maquinista debe pulsar cada cierto periodo de tiempo y si este no lo pulsa, el sistema interpreta que el maquinista está teniendo algún tipo de problema y detiene la locomotora, pero este sistema es para las eléctricas). Toda locomotora superior a 20 toneladas, como es el caso de la SAF Nº1 debe contar con un freno de emergencia y este se debe comprobar antes de poner en marcha la locomotora.

Se ha de tener en cuenta, que estos artilugios ferroviarios originalmente no contaban con los sistemas tan avanzados como los fabricados hoy en día, que no solo la locomotora posee frenos, sino que también cada vagón posee su sistema de frenado para aumentar su eficacia en caso de emergencia.

En cuanto a la caldera, existe una normativa, en lo referido de que ha de ser revisada cada dos años. Al tratarse de un mobiliario que funciona con fuego, se recomienda poner una rejilla apaga-chispas, pero para las locomotoras que funcionan con leña. La locomotora ha de estar dotada con extintores a propulsión (1 ó 2). Se menciona una parte

muy importante en la conservación de este tipo de bienes en funcionamiento, los voluntarios, y los controles de salud que han de pasar para ejercer.

La inspección de la caldera, al tratarse de un aparato a presión, debe realizarse la inspección por una entidad competente autorizada, mediante una norma ISO, en este caso la EN ISO-9001:2000 y el sistema de calidad O.C.A. (Organismos de Control Autorizado).

Por otra parte, el 18 de diciembre de 2018, se aprobó una *Proposición no de Ley (PNL)*, apoyada por la Asociación de Ferrocarriles Históricos Españoles (AFCHE), en el que se propuso la protección cultural del Patrimonio Ferroviario, fomentar el voluntariado. Como labor fundamental mantener viva la historia y cultura del ferrocarril, poniendo de ejemplo los ciclocarriles como el de Riotinto, Arganda, ... Establecen también los principales usos de este tipo de locomotoras y reclaman a su vez, que se pueda circular por las vías de interés general, ya que actualmente usan vías en desuso de poco recorrido. Se reclama tener muy presentes las diferencias entre ferrocarriles históricos y trenes históricos.

Los ferrocarriles históricos, solo recorren la distancia que pretende conservar, no alcanza grandes velocidades y es competencia de las Comunidades Autónomas, ya que no llega a desarrollarse en más de una comunidad autónoma el mismo circuito. Mientras que los trenes históricos, discurren por vías convencionales, ya que la importancia recae solamente en el tren y no en la vía férrea, hacen distancias más largas y es competencia del Estado, en concreto, el Ministerio de Fomento. **(PNL, 2018, p.2)**

En esta PNL del 18 de diciembre de 2018, sobre los ferrocarriles históricos, se propone la aprobación de esta proposición como paso previo para la aprobación de un marco normativo que recoja las necesidades técnicas y de seguridad para el funcionamiento de los ferrocarriles turísticos, creación de un Plan de Protección y puesta en valor de antiguas líneas ferroviarias en desuso en las comunidades autónomas. **(PNL, 2018, p.2-6)**

A nivel autonómico, en Asturias, se encuentra una de las protecciones más amplias del país para este Patrimonio Histórico ya que es consciente de su gran riqueza en PI. Se recoge en la Ley 1/2001, de 6 de marzo, del Patrimonio Cultural, dentro del Capítulo IV, se dedica la Sección 3ª, compuesta de 3 Artículos (Artículo 76, 77 y 78), se establece interés en la conservación de la maquinaria, las infraestructuras de comunicación por ferrocarril, se prohíbe la destrucción de maquinaria industrial anterior a 1940 (salvo excepciones de fuerza mayor o carencia de interés cultural), asimismo están también protegidos los testimonios de la historia social. Por otra parte, se encuentra entre el uno por ciento cultural aportado al patrimonio cultural asturiano. **(BOPA, nº75, p.28-29)**

Asimismo, hay numerosas organizaciones y asociaciones que se encargan de velar por este patrimonio, como por ejemplo ICOMOS, AIPAI. Y en el ámbito nacional, ICOMOS España, INCUNA, IPCE, Federación Española de Asociaciones de Amigos del Ferrocarril, FFE, Sociedad Española para la Defensa del Patrimonio Geológico y Minero,

entre otras. (**Plan Nacional de Patrimonio Industrial, 2016, pp.85-93**)

Aquí se expone a continuación, cómo se conserva el PHCF en diferentes países, poniendo dos locomotoras de fabricación muy similar a la tratada en el este estudio, la *Hobum 1* y *Echeverría*.

El Museo de Hamburgo, Hafen Museum, conserva la ‘‘Hobum 1’’ una locomotora (Figura 1), hermana de la SAF Nº1. Se trata de la locomotora a vapor, construida en 1937 por Henschel & Sohn, los mismos fabricantes que la SAF Nº1. Trabajó en una fábrica de petróleo hasta 1970. Su estado actual es de exposición (Figura 2). Se restauró en 2018. No se encuentra en funcionamiento. Ha sufrido cambios en el domo (en la cubierta de la caldera).



Fig. 1: *Hobum 1*, de Ullrich Huckfeldt, 1981. (Recuperado de: <http://www.historische-hafenbahn.de/fahrzeuge/triebfahrzeuge/hobum.html>)



Fig.2: Nota. Adaptado de *Hobum 1*, estado en 2004, de Hafen Museum, 2004. (Recuperado de: <http://www.historische-hafenbahn.de/fahrzeuge/triebfahrzeuge/hobum.html> . CC BY 2.0)

El Museo de Azpeitia (Museo Vasco del Ferrocarril), conserva una locomotora hermana de la SAF Nº1 (Figura 3); una locomotora a vapor, llamada Echeverría, construida en el mismo año que la SAF Nº1. Número de serie 25174. Es una locomotora tipo 020WT. Ancho de vía ibérico, con dos ejes motores y tender de agua integrado al bastidor. Actualmente la locomotora no funciona y está solo de exposición (Figura 4). En este caso, se ha colocado bajo techo para una mejor conservación.



Fig. 3: *Estación de Azpeitia*, de Javier Fernández López, 2011. Museo del Ferrocarril de Asturias



Fig. 4: *Estado actual de Echeverría*, de Javier Fernández López, 2014. Museo del Ferrocarril de Asturias

Por otra parte, en Arganda del Rey, en la Comunidad de Madrid, se conserva la locomotora 'Arganda' (Figura 5), del mismo fabricante que la SAF Nº1 y la Echeverría. Originalmente estaba en el Musel (Gijón, Asturias), se llamaba TLC4. Tipo0-3-0T. El ancho de vía es del tipo vía métrica (1000mm). Posee 3 ejes y el engrasador en línea está en el lateral, no en la cabina como en la SAF 1. Originalmente había 4 locomotoras a vapor trabajando en el entorno al Musel. Arganda la adquirió para rehabilitarla. Esta posee entre la caldera y la envolvente, lana de roca, un aislante que sirve para que el calor no se fuge de la caldera y un mayor rendimiento. Actualmente se destina al uso turístico en la estación La Poveda (Figura 6). Por otra parte, hay otra locomotora que se encuentra en rehabilitación, la *Áliva*, que cuando ingresó en el Museo, estaba bastante dañada por su gran actividad, faltaban asimismo componentes como la bomba de engrase, sin nivel y sin grifos, como afectada por el incendio que se produjo en Cantabria, en la nave donde se encontraba. La *Arganda* fue recuperada de una chatarrería en La Figuera (Asturias).



Fig. 5: Arganda. Talleres en el Museo de Arganda del Rey, 2020.



Fig. 6: Locomotora 'Arganda' en funcionamiento, 2021.

Asimismo, el Museo del Ferrocarril cuenta con otras locomotoras a vapor en funcionamiento: La SHE D, la SHE 5, la Alegría (que actualmente se encuentra en restauración), la grúa FAT. Todas ellas procedentes de minas. De la Mina San Jorge, de 1920, es la SHE D (Figura 7). Esta locomotora realiza una ruta turística por las vías de acceso a la mina mencionada, en Samuño. Se encuentra recogida dentro de la Red de Ferrocarriles Históricos de la AEFH.



Fig. 7: SHE D, Mina San Jorge, Samuño, 2015.

Por otra parte, se encuentran diferentes estados de conservación en otras locomotoras, una es la Rojillin (Figura 8), en Salinas (Asturias), que, al estar a la intemperie, ha sufrido diversos daños como destrozos, fracturas, oxidaciones, grafitis, ...



Fig. 8: *Rojillin. F.C.A.M. (Torrelavega), en Salinas (Asturias), 2020.*

En Arnao (Asturias), se presenta Eleonore (Figura 9), una de las locomotoras más antiguas de España, fabricada en Bélgica y adquirida por la Real Compañía Asturiana de Minas en 1880; hacía el recorrido Arnao con el muelle de San Juan de Nieva (Figura 10). Actualmente está expuesta en una vitrina para protegerla de las condiciones ambientales externas. No funciona.

En 2015, se descubrió que el primer ferrocarril español se construyó en Arnao, datado entre 1833 y 1836, anterior a la de Habana-Güines de 1837 y a la de Barcelona-Mataró de 1848. Utilizado principalmente para el transporte de carbón.



Fig.9: *Eleonore, en Arnao (Asturias), 2020.*

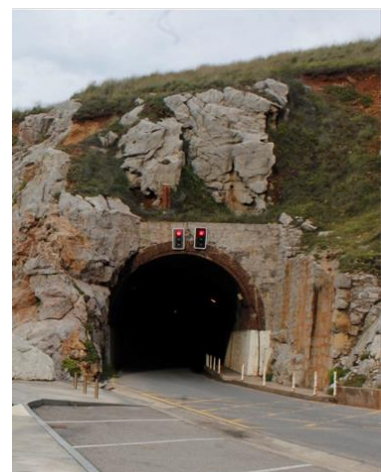


Fig. 10: *Tunel Arnao-Salinas, 2020.*

Es destacable el gran patrimonio industrial de Asturias, incluyendo las locomotoras a vapor, con un total de 63 locomotoras de este género.

Locomotora a vapor Mikado 141-F-2416 (Figura 11). “Construida en 1960”, al “servicio de RENFE durante 15 años, hasta que en 1975 se clausuró el vapor en España”. Estuvo en “activo hasta 1984, en las Minas de Andorra (Teruel)”. **(Museo del Ferrocarril de Madrid)**



Fig. 11: Locomotora a vapor Mikado 141-F-2416, 2020.

Esta máquina es un claro ejemplo de la necesidad de crear un plan de preservación y de conservación, ha dado lugar a que una de las mejores locomotoras para el uso en España haya quedado inutilizada. Actualmente se encuentra partida por secciones con un fin didáctico para entender su funcionamiento.

Otro ejemplo, es la locomotora Verraco 2723 (Figura 12), fabricada en 1891. Prestando servicio en Venta de Baños. Con el tipo de rodaje 0-4-0, y un ancho de vía de 1668mm, originalmente poseía un hogar de carbón, ya que es una locomotora a vapor, pero cuando se rehabilitó en 2005 para su uso, se cambió este por uno a gasóleo. Extinguiendo así, una de sus esencias principales.



Fig.12: Locomotora La Verraco, 2020. (Recuperado de: <https://treneando.com/2020/04/30/joyas-prestadas-la-verraco-040-2723/>)

Hay ocasiones que el Material Histórico es usado como decoración de una rotonda (Figura 13), situado en la Glorieta de la Avenida del Parque de Cabañeros (Ciudad Real). Este es el caso de este depósito del suministro de agua mediante tuberías y grúas para el depósito de la locomotora a vapor. Fue instalada en 2009 a propuesta de la Asociación de los Amigos del Ferrocarril, ya que se encontraba en desuso. Está ubicada donde pasaban las antiguas líneas de Manzanares y Madrid. A ciertas horas del día se pone en funcionamiento recordando su época activa.



Fig.13: Depósito de agua en Ciudad Real, 2020.

6. Locomotora SAF N°1

A continuación, se exponen las características físicas de la locomotora que es objetivo de este estudio. Para clasificar la locomotora dentro del PIF, se seguirá El *Plan de Identificación, Protección y Puesta en Valor del Patrimonio Histórico Ferroviario*, propuesto por la FFE. Por otra parte, se expondrá la historia material de la locomotora como su estado actual de conservación, como el patrimonio asociado a esta (la mina La Camocha).

Para la realización de esta ficha, se ha seguido el modelo proporcionado por Ferrovius, adaptándola a las características de la locomotora SAF N°1, ya que la ficha técnica que se encuentra en CERES (Figura 14) no arroja la suficiente información de la locomotora y esta podría servir de ejemplo para el resto de las locomotoras. Así como los planos originales de la locomotora de 1950 (Figura 15) y de sus piezas (véase *Anexo, 11.1. Planos disponibles*).



Fig. 14: Código QR
Ceres, 2020

Se ha tomado como referencia la locomotora *141F Mikado*, compuesta por un Tender (vagón añadido que se carga con agua y carbón para un mayor rendimiento del viaje) aunque la SAF N°1 carecía de la necesidad de este, ya que se encontraba en una mina de carbón y su labor consistía en realizar pequeños viajes por la estación de la Camocha haciendo maniobras de la mercancía.

FICHA TÉCNICA: SAF N°1	
CARACTERÍSTICAS GENERALES	
Número de fábrica	24924
Número de inventario	1362
Número de registro	MFA-341
Procedencia	Mina La Camocha (Gijón, Asturias)
Lugar de producción	Kassel (Alemania)
Fabricante	Henschel & Sohn
Época	1952
Lugar actual de exposición	Museo del Ferrocarril de Asturias
ESTRUCTURA	
Clasificación Genérica	Ferrocarril Material Tractor
Objeto	Locomotora a vapor, tipo tanque, no lleva Tender
Tipo	B-125
Tipología	020 WT

Alba Sanz de la Cal
LOCOMOTORA SAF Nº1 DEL MUSEO DEL FERROCARRIL DE ASTURIAS EN GIJÓN

Material	Bronce, cobre, acero, vidrio blindado, latón, hierro fundido, ebonita.
Freno	De estacionamiento y de vapor.
Dimensiones	Largo: 6800mm Ancho: 2740mm Alto: 3100mm Longitud sin topes: 5600mm
Ancho de vía	1674mm (ancho RENFE o Ibérico)
Tara	26000kg
Motor	Número de cilindros: 2 Tipo de cilindro: vapor saturado Diámetro interior de los cilindros: 290mm Carrera del embolo: 430 mm Distribución: Exterior Walschaerts
Ruedas	Número de ejes: Dos ejes acoplados Diámetro ruedas motrices: 790mm
Caldera	Timbre/Presión efectiva de vapor: 12kg/cm ² Diámetro interior de la caldera: 950mm Longitud máxima placas tubulares: 2,514 m Diámetro exterior de los tubos: 42,4mm Número de tubos de humo: 92 Superficie del hogar: 850mm Superficie de los tubos: 2500mm Superficie de parrillas: 0,7m ² Superficie de calefacción total exterior: 38,0 m ²
Pesos	Locomotora vacía: 16,0 t Locomotora en servicio: 20,5 t Peso adherente: 20,5 t Carga sobre los ejes: 10,25 t
Prestaciones	Potencia normal indicada 0,6p: 3260kg Esfuerzo teórico medio de tracción 0,75p: 4060 Velocidad máxima: 30km/h Radio mínimo de las curvas: 26m
Tanque	Tanques de agua: 3 Capacidad de agua /provisión de agua: 2,0 m ³ Capacidad de carbón: 0,8m Peso en vacío: 16,0 t

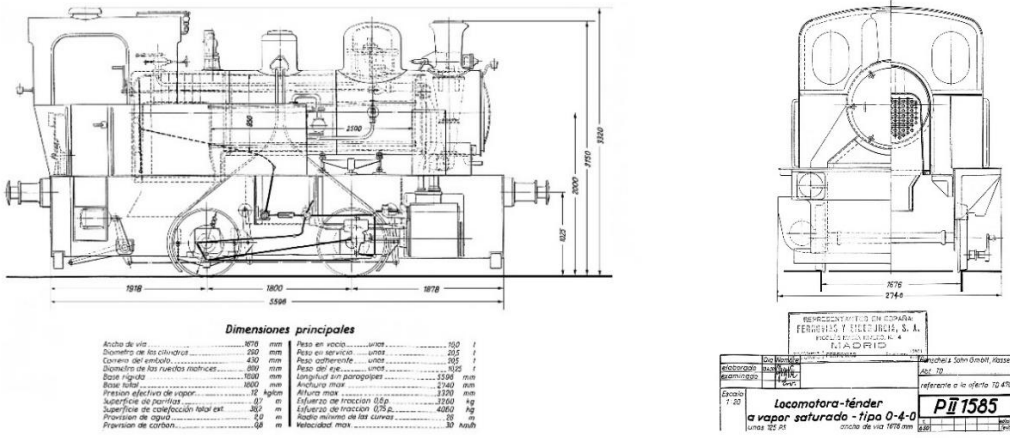
	Peso en servicio: 20,5 t
ESTADO DE CONSERVACIÓN	
Daños físicos	Golpe en cajón trasero derecho, cristal roto de la ventana frontal izquierda, pérdidas de pintura en el tope delantero izquierdo, óxidos en la parte superior de los depósitos y corrosión producida por los excrementos de palomas y gaviotas.
Estado	Muy bueno, en funcionamiento Rehabilitada durante su funcionamiento en la mina. Restauración en 1994. Restauración en 2013.
COMPOSICIÓN	
Bronce	Cojinetes, casquillos, purgas, cojinete de la corredera, válvula de retención en el inyector y la de maniobra de freno, válvula inyector de agua, macho paso vapor para el silbato, válvula de contención en el inyector.
Cobre	Virotillo para la caldera
Acero	Tubos, tensor, tornillos y tuercas de ballesta, bulones de articulaciones de cambio de marcha y freno, válvula de purga, abrazadera de ballesta, tirante de ballesta y ballesta, chapa externa.
Vidrio blindado	Protección de tubo a nivel.
Latón	Válvula para el silbato, tornillo de válvula del ventilador, placas con nombres (SAF Nº1).
Hierro	Cilindro, vástago y segmento.
Ebonita	Manillas.
	

Fig. 15: Planos lateral y frontal, de 1950, Museo del Ferrocarril de Asturias.

6.1. Identificación del bien y análisis de significancia



Fig. 16: SAF Nº1 en funcionamiento el 18 de agosto de 2020, 2020.

Según el *Plan de Identificación, Protección y Puesta en Valor del Patrimonio Histórico Cultural Ferroviario*, la SAF Nº1 (Figura 16) al ser una locomotora a vapor, entraría dentro del grupo de Patrimonio Histórico Cultural Ferroviario (Figura 17) por ser una máquina a vapor, pero a su vez, estaría dentro del grupo de patrimonio económico ferroviario ya que se encuentra en uso turístico-educativo por el Museo. (FFE, 2016, p.6)



Fig.17: Clasificación del Patrimonio económico y Patrimonio Histórico Cultural Ferroviario, 2016, según el FFE.

El patrimonio que se trata en este estudio es tanto documental como PHCF, y a su vez se encuentra en una estación de valor arquitectónico, la Estación del Norte.



Fig.18: Manifestaciones del Patrimonio Histórico Cultural Ferroviario, 2016, según el FFE.

Se dispondrá a clasificar la locomotora SAF Nº1 como Patrimonio Industrial Ferroviario (PIF), ya que es un elemento que está siendo utilizado para transmitir la imagen de la industria en Asturias, donde fue muy importante durante el siglo XX y en concreto, la explotación del carbón, a la cual, estas locomotoras, como la presente en este estudio, ayudaron al desarrollo económico y social de la provincia. Asimismo, también existe un gran BPDF (Patrimonio documental ferroviario, Figura 18), compuesto de numerosos planos tanto de fábrica como realizados en los primeros años de vida de la locomotora cuando se realizaron las primeras reparaciones en Ponferrada, facturas de reparaciones, ... Así como el patrimonio oral que ha sido documentado de los testigos que vivieron y trabajaron en La Camocha. **(FFE, 2016, p.18)**

Los bienes del PIF de la SAF Nº1 se componen de dos grupos (Figura 19): vehículos de material rodante y piezas. Este primer grupo, de vehículos de material rodante, es el más común del PHCF. Dentro de este podremos clasificar en varios subgrupos a esta locomotora a vapor, ya que originalmente era una locomotora dedicada a las maniobras de vagones con carbón y actualmente a el transporte de pasajeros con fines turísticos. Esto quiere decir que cuando estaba en la mina era un vehículo de mercancías y ahora es vehículo para trenes de viajeros. Respecto a el subgrupo piezas, se trata de todas aquellas que han sido separadas de la locomotora a causa de una sustitución en una restauración, están catalogadas dentro del inventario del museo, como podría ser la caldera original de 1952, sustituida en 1994. **(FFE, 2016, p.27)**



Fig.19: Elementos integrantes del Patrimonio Histórico Cultural Ferroviario, 2016, según el FFE.

El bien, está depositado en el Museo del Ferrocarril de Asturias, antigua Estación del Norte. Tanto el edificio como el Patrimonio que se encuentra en su interior, es de propiedad autonómica y forma parte de los Museos Industriales de Gijón. Los bienes que contiene dicha estación ya están identificados, y se encuentra catalogado dentro de la *Lista de Elementos Industriales Incluidos* en el *Plan Nacional de Patrimonio Industrial*. La SAF N°1, al encontrarse en un bien recogido en el, la Estación del Norte, estaría clasificado como integrante del PHCF.

El Museo del Ferrocarril de Asturias, está situado en Gijón, próximo a la playa artificial de Poniente. Este edificio que contiene el PIF de la región, aunque originalmente, era una estación de pasajeros. El edificio fue diseñado por Melitón Martín, para la Compañía del Norte, finalizado en 1874. En Vigo y La Coruña se encontraban estaciones idénticas de la misma Compañía del Norte, pero no existen a día de hoy debido a que se destruyeron durante la guerra. La estación se encontraba a las afueras de Gijón, en un espigón, próximo a la playa de Pando, hoy destruida. Originalmente, la estación era poco transitada ya que su trayecto era Gijón-Pola de Lena, pero a partir de 1884 aumenta el tránsito, con la inauguración de la Rampa del Pajares, haciendo posible la conexión con la meseta (León y Madrid), por ello se amplía. En 1990, la estación queda clausurada, dando origen en 1995 al actual Museo del Ferrocarril de Asturias.

El Museo alberga diverso PIF procedente de Asturias, no solo locomotoras a vapor, como la *Varela de Montes* (la única que ha sobrevivido de las tres que subían la Rampa Pajares), también tranvías y trenes eléctricos (Figura 20). Por otra parte, se puede encontrar material perteneciente a las labores ferroviarias (Figura 21), como herramientas, señales, ...



Fig.20: Locomotora Varela de Montes en el Museo del Ferrocarril de Asturias, 2020.



Fig.21: Elementos ferroviarios como señales y herramientas, 2020.

Según el *Plan Nacional de Patrimonio Industrial*, se deben utilizar tres criterios para la identificación y valoración de los bienes industriales, son los valores intrínsecos, patrimoniales y de viabilidad. Para ello hemos analizado el caso de estudio de la SAF Nº1.

Se ha realizado un análisis de significancia. Para ello, se plantea el patrimonio que se quiere conservar, en este caso, la locomotora SAF Nº1, del Museo del Ferrocarril de Asturias. El cómo se conservará se planteará en este estudio, para que las generaciones futuras puedan seguir disfrutando de la locomotora tanto en funcionamiento como en exposición.

Este estudio no está centrado en la futura adquisición, ya que es un bien que pertenece a la colección del Museo del Ferrocarril de Asturias. En este caso, quien evaluaría el valor de este bien, son los conservadores y personal directamente involucrado en la conservación de la locomotora.

Se asignarán a este artilugio una serie de valores. Estos valores estarán diferenciados entre criterios primarios y criterios comparativos.

Dentro de los criterios primarios se distinguen:

- **Valor histórico:** alto
- **Valor artístico/ Estético:** alto
- **Valor científico/ tecnológico:** si, ayudó al desarrollo económico de La Camocha

- **Valor social/Espiritual:** valor social sí, ya que representa el estilo de vida de muchos trabajadores de minas; carece de valor espiritual ya que no está ligado a ninguna creencia

En cuanto a los criterios comparativos, se encuentran:

- **Procedencia:** Alemania
- **Representatividad:** buen ejemplo
- **Rareza/singularidad:** última locomotora procedente del extranjero en Asturias
- **Estado de conservación:** muy bueno
- **Potencial interpretativo:** muy bueno

Por otra parte, se han de tener en cuenta los valores tradicionales del museo. En este caso no se puede hablar de autor, sino fabricante, Henschel, uno de los mayores productores de locomotoras. Posee un valor artístico, ya que es un objeto único diseñado expresamente para la mina La Camocha, acorde a las características que se solicitaron. El valor material es muy bueno, ya que apenas ha sufrido alteraciones desde 1952. Su estado de conservación es muy bueno, se encuentra en funcionamiento y son pocos los desperfectos a reparar. La colección del museo tiene gran valor, al encontrarse como una de las mayores colecciones del género en Europa. El espacio donde se alberga es a su vez histórico, al tratarse de una estación histórica, inaugurada en 1874, en Gijón. Posee un valor social porque representa a la clase obrera minera asturiana, aunque el contexto actual no es el mismo, al cambiar de maniobrar mercancía a hacer viajes con pasajeros en el museo. A su vez, posee todo ello un valor icónico por albergar el patrimonio ferroviario asturiano, no solo de locomotoras a vapor, sino también locomotoras diésel, objetos relacionados con las actividades ferroviarias, ... La Tabla 1 entrega unos parámetros de significancia en base a su importancia no solo a nivel local, sino global.

Tabla 1. Análisis de significancia de la locomotora SAF N°1

	A. PROCENDENCIA	B. RAREZA/ ÚNICO	C. CUALIDAD VISUAL IMPACTO EMOCIONAL	D. ESTADO DE CONSERVACIÓN	E. SIGNIFICADO CULTURAL O HISTÓRICO	F. CAPACIDAD DE EXPLOTACIÓN COMERCIALIZADIDAD
1. PUNTOS CLAVES	Mina <i>La Camocha</i>	Sí	Sí, para quienes trabajaban en la mina	Excelente, muy bueno. En uso.	Representa un estilo de vida en la región: la minería	No se puede vender por ser un acervo, pero se puede explotar realizando trayectos en la región.
2.NACIONAL /INTERNACIONAL	Alemania	Si, pero hay locomotoras similares en España como la Echeverría o la Hobum	Posible, fue un medio de trasporte usado hasta hace pocas décadas.	Muy bueno, en uso.	Locomotora usada para el transporte de mercancías.	Normal, se puede trasladar y hacer puestas en marcha con otras locomotoras, pero el ancho de vía limita su explotación.

Alba Sanz de la Cal
LOCOMOTORA SAF Nº1 DEL MUSEO DEL FERROCARRIL DE ASTURIAS EN GIJÓN

		1, pudiendo haber otras.				
3.REGIONAL/LOCAL	Mina <i>La Camocha</i> , en Gijón (Asturias)	Sí	Sí	Excelente	Representa el estilo de vida del pueblo de La Camocha, al igual que el de las Cuencas.	Alta, puesta en marcha en el Museo del Ferrocarril de Asturias.
4.COMUNIDAD/GRUPO	La Camocha	Sí.	Sí	Muy bueno	Alto	Alto
5.SIGNIFICADO PARA LA PROPIA ORGANIZACIÓN	Importante, es la única mina de la ciudad.	Sí, única locomotora de esa serie en el museo.	Sí	Muy bueno	Alto	Alto

Al tratarse de patrimonio industrial, los criterios de valoración y selección para su análisis de significancia son los siguientes:

A. Intrínsecos

- **Valor testimonial:** transmite el pasado minero en La Camocha (y Gijón) y asturiano, en concreto, el transporte de mercancías de carbón.
- **Singularidad y/o representatividad tipológica:** última locomotora extranjera en Asturias.
- **Autenticidad:** la locomotora se encontraba en buenas condiciones cuando se trasladó de la mina al Museo. La locomotora ha sufrido pocos cambios, el más significativo ha sido el cambio de caldera. Estos cambios son fundamentales para su puesta en marcha y se deben documentar.
- **Integridad:** no está en su contexto original ni está realizando la tarea para la que fue creada.

B. Patrimoniales

- **Histórico:** posee un patrimonio de carácter histórico por representar una época de esplendor en la región que se debió en gran parte a estas locomotoras.
- **Social:** momento clave para la minería en Asturias, ayudó al cambio social y económico de la zona. En el caso estudiado, produjo que se construyeran barrios mineros, ya que la mina ayudó a la creación de mucho empleo. En 1986 daba trabajo a 1665 mineros, produciendo un bienestar social y económico.

- **Artístico:** aunque estas locomotoras eran producidas en serie, el futuro propietario personalizaba su locomotora.
- **Tecnológico:** el uso de las tecnologías produjo que se incrementase la cantidad de carbón que se podía trasladar de La Camocha al Musel.
- **Arquitectónico:** no tiene, no es una construcción. Sin embargo, la propia mina donde funcionaba tiene un alto valor arquitectónico por poseer elementos identificativos de este tipo de minas, como los castilletes.
- **Territorial:** el impacto de la mina fue tal, que se crearon viviendas para los mineros y se cambió el nombre del pueblo de Villa Covadonga a La Camocha.

C. De viabilidad

- **Posibilidad de actuación integral:** Alta
- **Estado de conservación:** Muy bueno
- **Gestión y mantenimiento:** el Museo está gestionado por el Ayuntamiento de Gijón. El mantenimiento de la locomotora consiste en el encendido y puesta en marcha de la locomotora que lo realizan los trabajadores del museo y voluntarios.
- **Rentabilidad social:** Alta, el encendido de las locomotoras a vapor atrae visitantes al Museo.
- **Situación jurídica:** es propiedad del Ayuntamiento de Gijón, ya que es gestionado por la Fundación Municipal de Cultura, Educación y Universidad Popular perteneciente al ayuntamiento de Gijón. Cesión de la empresa Mina La Camocha S.A. a finales de 1994 al Museo del Ferrocarril de Asturias.

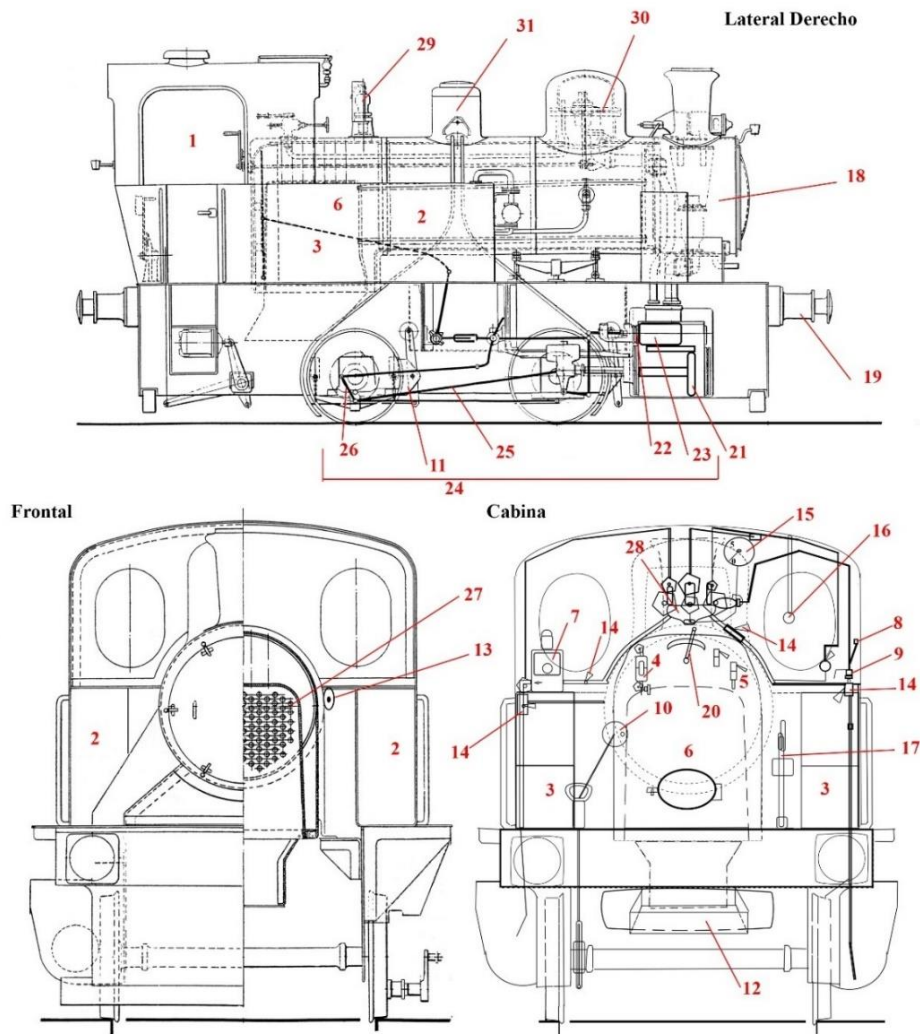
La locomotora SAF N°1 fue encargada a la fábrica Henschel & Sohn Co, en Kassel (Alemania), en 1952. Su número de fábrica es el 24924. Su nombre se debe a que fue propiedad de la Sociedad Anónima Felgueroso y el N°1, a que fue la primera locomotora a vapor en la mina, ya que más tarde se incorporaría la SAF N°2.

Es una locomotora Tender de tipo vapor saturado³. Está compuesta (Figura 22) de dos ejes acoplados, el tipo de carbón que quema es la hulla (el mismo tipo que se extrae en La Camocha). Su distribución es Walschaerts. La caldera es de cobre (originalmente, pero en la restauración de 1994 se elimina, ya que es tóxico, véase el *Anexo, 11.2. Restauración*

³Es de tipo Tender, ya que el Tender es un vagón provisto de carbón y agua para alimentar la locomotora durante el encendido, pero en este caso viene integrado en la propia locomotora. Es de vapor saturado, ya que el vapor contiene gran cantidad de micro gotitas de agua. El mecanismo que acciona la válvula que regula el paso de vapor de agua a los cilindros lleva el nombre de Walschaerts.

de 1994); un engrasador automático a cuentagotas para émbolos y distribuidores, un silbato, freno de mano a vapor y de estacionamiento (originalmente tenía dos frenos), los dos inyectores son de acero, tubo de salida Gastra, alumbrado eléctrico a base de un turbo-
 generador de 24V., 500W. Posee tres tanques de agua, dos situados en los laterales y un tercero en el chasis, entre las ruedas.

Para la realización de este plano gráfico, se ha recurrido a los planos originales, editándolos y realizando el interior de la cabina desde cero, ya que no existía uno previo, usando como base los ya existentes, el lateral derecho y el frontal.



- 1. Cabina 2. Depósito de agua 3. Depósito de carbón 4. Nivel de agua
- 5. Grifo de nivel de agua 6. Hogar 7. Engrasador en línea 8. Engrasador del freno
- 9. Freno de vapor 10. Freno de estacionamiento 11. Zapata (de freno)
- 12. Cenicero 13. Conector extrarrápido 14. Inyectores de agua 15. Manómetro
- 16. Tirador de silbato 17. Palanca de inversión 18. Caja de humos 19. Tope
- 20. Regulador 21. Embolo o pistón 22. Vástago 23. Corredera
- 24. Distribución de Walschaerts 25. Biela motriz 26. Contramanivela 27. Tubo de humo
- 28. Columna 29. Válvula de seguridad 30. Domo 31. Arenero

Fig.22: Planos lateral y frontal, de 1950, de Museo del Ferrocarril de Asturias y Plano de la cabina, 2020.

La SAF Nº1 está formada de dos tipos de freno:

- De estacionamiento por medio de una palanca con un peso y una corona dentada en la que engrana un trinquete abatible para desfrenar.
- De vapor, controlado por una válvula de tres vías (presión, escape y consumo) y tres posiciones (apriete, neutro y afloje), y un cilindro de simple efecto con retorno por muelle.

Ambos sistemas de frenado están acoplados mecánicamente a las mismas timonerías de freno logrando así que tanto el freno de estacionamiento como el de vapor actúen sobre las cuatro zapatas de la locomotora, una por rueda.

La SAF Nº1, cuando es encargada a la fabricante Henschel, se pide con unas características específicas y no es idéntica al modelo de catálogo (Figuras 23 y 24).



Fig. 23: S.A.F. Nº1, de Museo del Ferrocarril de Asturias, 2015.

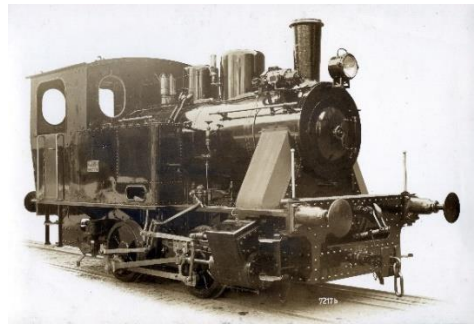


Fig. 24: Henschel 23083 Associated Cement Co fur Dwarka Works Indien, Museo del Ferrocarril de Asturias, 1950.

Esta unidad sería complementada en 1957 por una segunda de mayor tamaño denominada SAF Nº2, adquirida de segunda mano a RENFE.

A día de hoy, la locomotora es usada con fines turísticos dentro del Museo del Ferrocarril (Figura 25). Originalmente era una locomotora de maniobras de vagones de carbón. Actualmente, va con el coche de viajeros HT RN, que antiguamente prestaba servicio en La Cuadriella (Mieres).



Fig. 25: SAF Nº1 y coche de viajeros HT RN, 2018.

6.2. Historia material

En gran parte, el patrimonio industrial está poco estudiado, ya que es un bien patrimonial reciente y al que se le ha prestado poca atención e importancia a nivel histórico a lo largo de su existencia, pero conservar este es un factor clave para mantener el recuerdo histórico de una época significativa y lo que ello representa.

Asimismo, se debe fomentar estudios para su correcta restauración. **(PNPI, 2016, p.20)**

A día de hoy, la mina de La Camocha se encuentra en estado de abandono. Gran parte de las instalaciones fueron demolidas en 2015, quedando en pie las partes más relevantes del conjunto como son los castilletes o los edificios principales, protegidos por la actual *ley de 1/2001, de 6 de marzo, de Patrimonio Cultural de Asturias*.

La locomotora SAF N°1 se fabricó en Kassel (Alemania), para la mina La Camocha. Una vez realizado el examen de construcción y el certificado de la prueba hidráulica de la caldera, se transporta hasta el puerto de Gijón el 14 de septiembre de 1952, a bordo del “Irak”. La locomotora ha permanecido en la mina hasta su traslado al Museo del Ferrocarril de Asturias, mientras que su hermana de maniobras, la locomotora SAF N°2 fue trasladada a Ponferrada. **(Fernández, 2004, p.68-71)**

Durante su funcionamiento en la mina, se realizaron diversas reparaciones. Debido a su uso trasportando mercancías, a los pocos años de su puesta en funcionamiento, ya fue necesario repararla en Ponferrada. Durante su vida en la mina, fueron necesarias varias rehabilitaciones para que esta siguiera cumpliendo su función (véase *Anexo, 11.2. Restauración de 1994*).

En este proyecto, se referirá a este proceso de sustitución de piezas, como restauración, pero el término que se ha de utilizar realmente es el de *rehabilitación* o *reparación*. Los criterios a seguir para rehabilitar el patrimonio industrial son diferentes a una restauración convencional, como podría ser una pintura del renacimiento.

Se ha de tener en cuenta principalmente, que el patrimonio industrial ha sido producido para mejorar un estilo de vida o fabricar cosas, no con fines estéticos. Esto tendrá como consecuencia que cada vez que una pieza del objeto patrimonial sufra una rotura o avería, sea sustituida por una nueva para continuar con la producción, haciendo posible que muchas de las partes de las piezas de la locomotora, en su gran mayoría, no sean las mismas que las producidas originalmente en la fábrica Henschel.

Muchos de estos bienes caen en abandono, como sucedió con la SAF N°1, a la llegada de otras locomotoras más modernas y eficientes. En muchas ocasiones, el paso del tiempo

produce que durante su abandono sufran oxidaciones y robos de piezas que les hacen inservibles.

Al rehabilitar una locomotora, hay que estudiar cual será la función de esta reparación, ya que no se pueden seguir los mismos criterios para dejar una locomotora de exposición que una que va a funcionar. Los gastos económicos en una en funcionamiento van a ser superiores, ya que se tendrán que sustituir mayor número de piezas, para una mayor seguridad al usuario que en un futuro la disfrutará. Asimismo, se añadirán elementos de seguridad en aquellas locomotoras que estén en funcionamiento como un freno de estacionamiento, y se sustituirá la caldera y se realizarán controles de calidad cada periodo de tiempo, ya que podría explotar si esta no está en buenas condiciones (Figura 108, en *Anexo, 11.4. Procedimiento de encendido*).

Otro criterio muy relevante que se ha de tener en cuenta a la hora de rehabilitar este tipo de bien, es el mensaje que se quiera transmitir con este acervo, como podría ser un estilo de vida del lugar del que procede, en este caso, la minería asturiana.

Cuando se realiza una rehabilitación de una locomotora a vapor, se han de desmontar todos los componentes de esta y montarla de cero, por ello es muy importante catalogar todas las piezas y tener planos de la locomotora.

Tras su traslado desde la mina La Camocha al Museo del Ferrocarril, se han realizado dos rehabilitaciones de gran envergadura. La primera, en 1994, en el momento del ingreso al Museo del Ferrocarril de Asturias (véase *Anexo, 11.2. Restauración de 1994*) y una segunda en 2013 (véase *Anexo, 11.3. Restauración de 2013*).

En muchos casos, hay poca constancia de las modificaciones que se han realizado en las locomotoras, ya sea para modernizarlas o repararlas, siendo un punto clave las facturas conservadas de este para conocer su estado actual. El desconocimiento de su estado de originalidad proviene de que fue creado como bien útil, no un bien patrimonial cultural, como posteriormente se ha otorgado ese valor.

Por ello, para un mejor seguimiento de la originalidad de la obra, se deben realizar fichas técnicas haciendo constar todos los cambios y sustituciones que se han podido llevar a cabo en la locomotora a lo largo de su existencia.

6.3. Estado de conservación

La locomotora está conservada actualmente en el Museo del Ferrocarril de Asturias, en Gijón. Normalmente se encuentra resguardada en el andén del taller de restauración

(Nave Polivalente), a excepción de las jornadas de encendidos, que hace viajes de la Estación del Norte a la Nave Polivalente, unos 300m de vías.

Para saber el estado de conservación, se ha de tener presente la autenticidad y sustitución de piezas que componen. La locomotora a lo largo de su vida útil ha sufrido pocas alteraciones y daños provocados por diversos factores como el vandalismo, pero más dañinos como la humedad provocada por su cercanía al mar, el salitre o los ácidos producidos por los excrementos de pájaros.

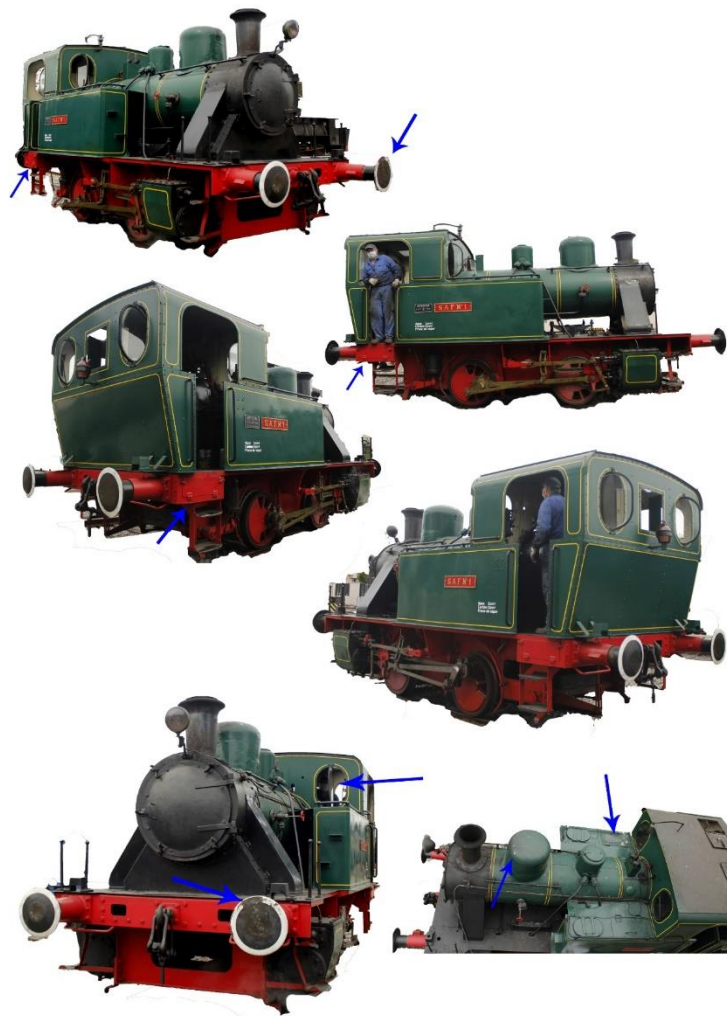


Fig.26: Registro de daños actuales, 2020.

El estado actual de la máquina (año 2020) es muy bueno. Se encuentra en funcionamiento. A continuación, se expondrá el estado de conservación.

Se ha realizado un registro de daños actuales (Figura 26), donde se han señalado los principales daños que sufre actualmente la locomotora. Empezando por la vista frontal, se destaca la pérdida de pintura en el tope izquierdo. En la segunda y tercera imagen se contempla el daño de una cajonera, situada en la parte trasera derecha de la locomotora, producida por un golpe mientras operaba en la mina y que no ha sido corregido ya que no supone un problema para la funcionalidad de la locomotora. En la quinta y sexta imagen destacaremos las reacciones químicas producidas por los excrementos de animales, en este caso palomas y gaviotas; y la rotura del cristal de la ventana izquierda de la locomotora.

Asimismo, el espacio que hay entre la caldera y la envolvente, no se encuentra aislado, pudiéndose dar el caso, que el interior de este esté podrido por la condensación producida en los encendidos ya que deja el forro húmedo (envolvente).



Fig. 27: Izquierda: Tractor Cristalería Española LG II, derecha: SAF N°1, 2020.

Otros factores de influencia son la radiación solar y el salitre (atmósfera marina), por la proximidad del museo al mar (Figura 28). Como vemos en la imagen (Figura 27), si comparamos el Tractor de Cristalería, que ha sido recientemente rehabilitada⁴ (pintada en 2020) y la SAF N°1 (esmalado en 2015), vemos que los colores han perdido intensidad a causa de estos.



Fig.28: Vista aérea del entorno al Museo del Ferrocarril de Asturias, 2020. (Recuperado de: <https://www.google.com/maps/@43.5426883,-5.6740828,949m/data=!3m1!1e3>)

⁴La rehabilitación de estas locomotoras no sigue los criterios habituales de conservación aplicados a los bienes de patrimonio cultural, ya que fueron creados para cumplir una utilidad. Al ser un bien útil, este tiende a desgastarse y estropearse, incumpliendo la función que se le dio desde un inicio. Por ello, es común que se realicen progresivas reformas que alargarán la vida útil del objeto. El contenido de piezas originales, no ha de ser tan relevante si es una locomotora en uso, ya que, si estas no están en aptas condiciones, afectarán a la utilidad y seguridad. Es un bien diseñado para prestar un servicio, teniendo presente la sustitución de piezas desde la primera puesta en marcha.

Actualmente, el museo, para proteger la locomotora de las condiciones ambientales externas, se haya a cubierto en los talleres de restauración, a excepción del tiempo de encendido.

Por otra parte, todas las piezas originales que contengan información fundamental para el funcionamiento de la locomotora son catalogadas y almacenadas. Durante su funcionamiento en La Camocha, se realizaron diversas reparaciones como sustitución de tubos en la caldera de 1952, sustitución del cristal del nivel del agua, cambio de vástagos de ambos laterales.

La caldera original (Figura 29), se encuentra almacenada en el museo, identificada por una chapa de inspección (Figura 30). Cada caldera tiene una propia por cuestiones de seguridad y no se puede replicar ni cambiar de una a otra por cuestiones legales. La nueva caldera dispone de una fijada a esta (Figura 31), en la parte derecha, debajo de la envolvente. Aunque, actualmente no es necesario el uso de estas chapas, ya que se dispone de un libro de caldera donde se recogen todos sus datos, revisiones, etc. Para mayor seguridad, se realiza una inspección cada dos años de la caldera.



Fig. 29: Estado actual de la caldera original, 2020.



Fig. 30: Chapa de inspección de la caldera original, 2020.



Fig. 31: Caldera nueva, en la Nave Polivalente, 2014, Museo del Ferrocarril de Asturias.

Se ha de mencionar, asimismo, que originalmente, la SAF Nº1 poseía una dinamo en la parte frontal izquierda, sobre la caja de humos. Actualmente, la dinamo no está colocada ya que en el momento que se trasladó de la mina al Museo, no la tenía, pero posteriormente se encontró y está a la espera de ser colocada.

En su lateral izquierdo, originalmente poseía pintadas las iniciales SAF Nº1 (Sociedad Anónima Felgueroso y el Nº1 por ser la primera locomotora a vapor de la mina), pero

estas se eliminaron en su estancia en la mina La Camocha, llegando al museo sin ellas ya que se habían sustituido por carteles de latón.



Fig. 32: Ventana lateral izquierda, 2020.



Fig. 33: Cajón lateral derecho, 2020.

La ventana lateral izquierda (Figura 32) ha sufrido algún impacto que ha provocado su fractura, y el cajón lateral derecho (Figura 33) ha sido dañado por un golpe que lo ha abombado.

Como ya se mencionó antes, la SAF N°1 se encuentra protegida bajo techo cuando no está en funcionamiento. Cuando está en funcionamiento, se realiza un procedimiento de encendido y puesta en marcha, que evita que esta se quede obsoleta. Este proceso se ha de realizar regularmente ya que es vital para el correcto funcionamiento de la locomotora. Este proceso permite saber cuales podrían ser las partes que estén funcionando mal, así como evitar que se acumulen residuos que podrían ser perjudiciales.

No existe un manual concreto de encendido, ya que cada máquina es diferente, pero se usa como referencia este libro generalmente en todos los encendidos, incluyendo otras locomotoras, *How a steam locomotive works. A new guide*, de D. Wells.

Para el estudio de esta locomotora y su funcionamiento, se ha procedido a la realización detallada de un escrito donde se encuentra todo el proceso correspondiente (véase *Anexo, 11.4. Procedimiento de encendido*).

Como medio de conservación, se documenta cada encendido. Por ello se han realizado diversas fotografías y vídeos (Figura 34, 35 y 36).



Fig.34: SAF N°1 en funcionamiento. 18 de agosto, 2020.



Fig.35: Cabina de la SAF N°1 en funcionamiento, 2020.



Fig.36: Movimiento de las bielas en la SAF N°1, 2020.

Otras prácticas de conservación en el museo son el uso de ropa acorde a la tarea de maquinista a vapor, toque de campana antes de poner en marcha el tren con pasajeros, dos silbatos antes de arrancar para quien está en la parte de atrás del tren de permiso, para la marcha atrás y un silbato para la marcha delante; aunque no se haya conservado el contexto original de la máquina, que consistía en hacer maniobras con el carbón. Además, se usa un coche HT RV de viajeros, que perteneció a la Mina de Hulleras de Turón, en Mieres (Figura 25, página 26), por tanto, no está acorde con el contexto original de la locomotora.

Como se ha mencionado anteriormente, la autenticidad es una cuestión que se plantea en las locomotoras que están en funcionamiento, ya que son “reparaciones” que se realizan para que esta siga en marcha. La realización de fichas de restauración con los propósitos y el resultado final de la restauración (aunque los términos correctos serían “rehabilitación” o “reparación”), es muy relevante ya que arroja información sobre qué piezas han sido rehabilitadas. El Museo no cuenta con estas fichas actualizadas de la locomotora, pero si cuenta con un modelo de ficha, por ello, siguiendo las facturas y las fotos que se realizaron in situ en las restauraciones se ha procedido a la creación de estas y explicar su contenido. Aquí se exponen las de 1994 y 2013 (véase Anexo, apartados *11.2. Restauración de 1994* y *11.3. Restauración de 2013*).

La locomotora SAF Nº1 al ser un bien en funcionamiento, serán necesarias las constantes sustituciones, ya que no es una locomotora en exposición. Las locomotoras que se encuentran en exposición requieren de una menor inversión y pueden conservar un mayor número de piezas originales de fábrica, pero no son aptas para el funcionamiento.

6.4. Patrimonio asociado

La locomotora SAF Nº1 debe su nombre, como se comentó anteriormente, a la Sociedad Anónima Felgueroso, donde prestó servicio desde el 2 de diciembre de 1952 hasta que el 1 de agosto de 1986 se realizó el último servicio.

La función principal que tenía originalmente la locomotora SAF Nº1 era la maniobra de vagones de carbón dentro de la estación de la Camocha (Figura 37), estaba autorizado por RENFE, en caso de necesidad, hacer traslado de mercancías hasta la estación de Veriña, ya que tendría que recorrer vía general.

Existiendo en este periodo las locomotoras de Diesel, se ve más favorable el uso de una a vapor, que más tarde, será acompañada de otra más grande, también a vapor, llamada SAF Nº2. Actualmente, esta locomotora está desaparecida, ya que se trasladó a Ponferrada.

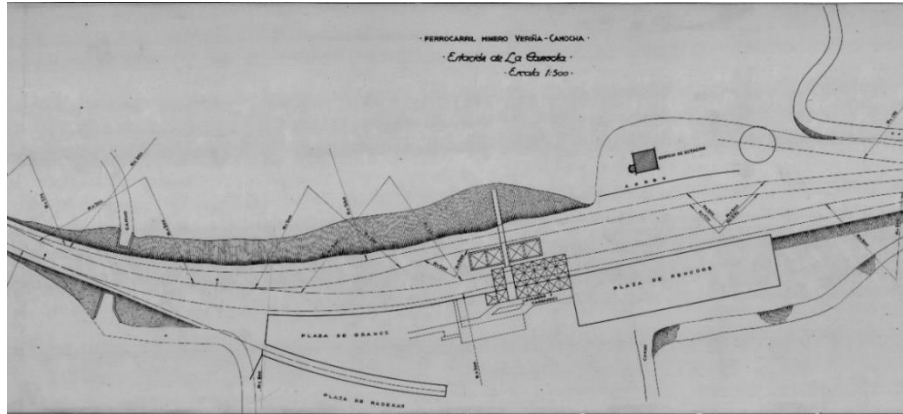


Fig. 37: Fragmento del plano de la Estación de La Camocha, sin fecha. Adif.

El Patrimonio asociado a esta máquina es principalmente la propia mina y el ferrocarril. La mina fue un proyecto de los hermanos Felgueroso, quienes culminan la obra de perforación de los principales pozos en 1929. Fue pionera en España en usar por primera vez el sistema de construcción por concentración a presión, el 10 de enero de 1912. Años más tarde, en 1942, se decide crear una línea férrea que fuese desde Veriña hasta La Camocha con el fin de facilitar el transporte del carbón para aumentar su extracción.

A la seis de la tarde del día 9 de junio de 1949, sin que tuviera carácter oficial, se inaugura el ferrocarril. A dicha hora salió del puerto del Musel un tren con material vacío, que esa noche cargó carbón en la mina para transportarlo al puerto y embarcarlo en un buque puesto a turno en uno de los cargaderos. Poco después, el 26 de agosto de 1949 se efectúa el viaje inaugural por la línea, con la visita a la mina de La Camocha por las autoridades políticas (Figura 38 y 39).



Fig. 38.: Mina La Camocha, de Colección Carlos Rocés Felgueroso, 1949.



Fig. 39: Estación y depósito de agua, hemeroteca, 2008.

Se tiene constancia que el personal que conducía la locomotora SAF Nº1 de La Camocha estaba compuesto por 2 maquinistas y 2 fogoneros, con los siguientes horarios:

1 fogonero 5 de la mañana a 1 mediodía

1 maquinista 7 de la mañana a 3 de la tarde

1 maquinista 3 de la tarde a 11 noche

1 fogonero 4 de la tarde hasta 12 noche

(registro 1 julio de 1965)

12 de la noche a 5 de la mañana estaba en la trastera, c/1218 la Camocha

Cerrada la línea al tráfico ferroviario se plantearon algunas propuestas de interés para su recuperación, pero no fueron tenidas en cuenta a pesar de las inmejorables condiciones que presentaba.

En 1994 la Fundación de los Ferrocarriles Españoles en colaboración con el Ayuntamiento de Gijón redactan un proyecto de conversión de la línea en una llamada *Vía Verde La Camocha* (Figura 40 y 41). Para este fin el Ayuntamiento había conseguido la transferencia de los terrenos atravesados por el ferrocarril. Como *Vía Verde* la mayor parte de las obras originales de la línea han sobrevivido, pero el paso inferior de acceso al polígono industrial en Roces fue sustituido para aumentar el gálibo y la luz sobre la carretera.



Fig. 40: Ruta Verde La Camocha, 2020.



Fig. 41: Boca oeste del túnel, 2020.

Actualmente, gran parte de la vía fue desmantelada y otra parte se encuentra bajo tierra. Respecto a la mina, Asturias posee una gran protección legislativa para este tipo de PI, respecto a otras comunidades por su pasado minero. En la *Ley 1/2001, del 6 de marzo, del Patrimonio Cultural, en la sección 3ª del Régimen aplicable al Patrimonio Histórico-Industrial, en el Artículo 76*, se protegen tanto la maquinaria como la propia estructura de la mina compuesta por castilletes de hierro, ... Por otra parte, en el *Artículo 77* se prohíbe el derribe de maquinaria anterior a 1940.

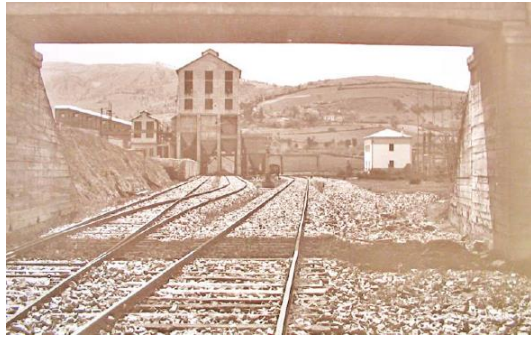


Fig. 42: Panorámica de la estación desde la vía de mango, de Fondo Roa, 1959, Museo del Ferrocarril de Asturias.



Fig. 43: Estado Actual de La Camocha, 2020.

De la mina (Figura 42), hoy solo quedan en pie los castilletes y los edificios principales (Figura 43, 44 y 45), que están protegidos⁵. Si se compara la fotografía de 1959 (Figura 42) con la actual, de 2020 (Figura 43, 44 y 45), se observa que han sido demolidos los lavaderos de carbón, la estación, el puente (se observa en la figura que se conserva una pared) y el depósito de agua (Figura 46), y se han desmantelado las vías. Todo ello, demolido progresivamente en 2015, el derribe más significativo.



Fig. 44: Estado Actual de La Camocha, zona de vías y lavadero, 2020



Fig. 45: Estado Actual de La Camocha, edificios principales y castillete, 2020.

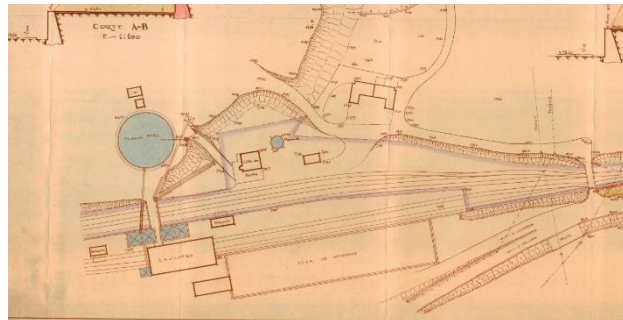


Fig. 46: Fragmento del plano del cargadero extremo vía RENFE y proyecto instalación flotación, de E. Martínez, 1966, Adif.

⁵Maquinaria, utillaje y herramientas ya desaparecidas. Construcciones desaparecidas u obsoletas como chimeneas, gasómetros, castilletes de hierro, madera, zinc u otros. Las infraestructuras de comunicación por ferrocarril asociados a la producción industrial.

Tras la llegada de la SAF Nº2, la locomotora SAF Nº1, fue mantenida en servicio solo para maniobras menores y reserva dada su escasa potencia. Después de la compra del tractor diésel y el traslado de la SAF Nº2 a Ponferrada, la número 1 es la única de vapor mantenida en la mina gijonesa como reserva. Aún se encendía en los años setenta en caso de avería del tractor. La última reparación de importancia tuvo lugar entre octubre de 1973 y enero de 1974. En el siguiente mapa (Figura 47), se explica gráficamente dónde se encontraba resguardada originalmente y a dónde se trasladó en sus últimos años de servicio.



Fig. 47: Plano de lugares de emplazamiento de la SAF Nº1 en La Camocha, de Javier Fernández López, 2020, Museo del Ferrocarril de Asturias. Foto editada sobre la original de Fernández.

Dado su indudable valor histórico, la Consejería de Cultura, Educación y Deportes del Principado se dirigió al empresario solicitando singular atención para su conservación (Figuras 48, 49, 50 y 51). En 1994 culminaron las gestiones del Ayuntamiento de Gijón con la empresa Mina La Camocha S. A. para la cesión de la locomotora al Museo del Ferrocarril. (Fernández, 2004, p.72)

Tras casi un año de trámites, desde abril de 1993 a finales de 1994, se produce un 29 de diciembre el traslado de la locomotora SAF Nº1 desde la Mina al Museo del Ferrocarril. Como se mencionó anteriormente, la locomotora presentaba un buen estado de conservación ya que se encontraba en una caseta protegida de los factores externos como la lluvia (Figura 48).

Durante este proceso, se tuvieron que realizar diversas labores ferroviarias, como la limpieza de las vías, ya que se encontraba plagada de vegetación a causa del abandono de la mina y sus infraestructuras.



Fig. 48: Estado en el que se encontró la locomotora, de Javier Fernández López, 1994, Museo del Ferrocarril de Asturias.



Fig.49: La SAF Nº1 en La Camocha, 1987, Museo del Ferrocarril de Asturias.

Una vez que se hizo el mantenimiento de vía, se procedió a montar la locomotora SAF Nº1 en una grúa (Figura 50), que haría los nueve kilómetros que separan la mina La Camocha del Museo del Ferrocarril de Asturias.



Fig. 50: Operaciones de carga de la SAF Nº1 para su traslado al Museo del Ferrocarril de Asturias, 29 de diciembre de 1994.



Fig. 51: La SAF Nº1 ante el cocherón en La Camocha, 1987, Museo del Ferrocarril de Asturias.

Desde que se rescató y rehabilitó hasta la fecha es encendida con frecuencia en las vías del Museo.

7. Evaluación de riesgos

Se han evaluado los diez agentes de deterioro que se encuentran en la *Guía de Gestión de Riesgos para el Patrimonio Museológico* y puntuado acorde a la *Escala ABC* de Stefan Michalski para conocer cuáles son los riesgos que suponen una mayor pérdida si procede que se produzcan o en su caso, que se estén produciendo, cual es su efecto a largo plazo. Por otra parte, se han seguido las pautas proporcionadas por la *Evaluación para la conservación: Modelo propuesto para evaluar las necesidades de control del entorno museístico* del Getty Conservation Institute (GCI).

La evaluación de conservación estará dividida en cuatro fases. La primera, consiste en la recopilación de información, en este caso de estudio, sobre la Nave Polivalente (Figura 52) y su entorno, ya que es donde se alberga la locomotora SAF Nº1. Por ello, se ha decidido hacer un estudio sobre todos los factores de riesgo que pueden afectar a la conservación de esta y proponer soluciones para una mejor conservación.



Fig. 52: Nave Polivalente, Museo del Ferrocarril de Asturias, 2020.

En una segunda fase, se han realizado visitas a la Nave Polivalente con el fin de estudiar el entorno y sus condiciones. Durante estas visitas, se han contemplado las condiciones de la colección y el edificio que la contiene. Asimismo, se ha establecido contacto con personal del museo que han facilitado información sobre sus procedimientos.

En este proceso, se ha estudiado el ambiente que rodea al museo, la estructura del edificio y el entorno de la colección que alberga.

Tras analizar los datos, se clasificarán en una tercera fase, cuales son los causantes más reales en dañar el acervo del museo, en este caso, se centrará el estudio en la locomotora SAF Nº1.

Y una cuarta fase, dónde se presentarán los datos recabados en la investigación y se analizarán, proponiendo soluciones plausibles para la conservación de la SAF Nº1.

La locomotora SAF Nº1 se encuentra en su mayor parte del tiempo en el interior de la Nave Polivalente, un edificio del año 1997. Este pertenece a un conjunto, formado por la antigua estación del Norte, situado a 7,9m sobre el nivel medio del mar Mediterráneo en Alicante, según la Dirección General del Instituto Geográfico y Estadística. Este se encuentra a escasos metros de la playa artificial de Poniente, y próximo a la Avenida de Juan Carlos I, una calle unidireccional muy transitada por el tráfico rodante. Asimismo, por un lateral se encuentran edificios residenciales y en el otro lateral las escombreras de lo que hasta 2014 fue el trayecto de vías entre la estación Sanz Crespo y la estación de El Humedal (o de Langreo), hoy cubiertas por vegetación. Por otra parte, la playa de vías posee traviesas de madera y en los andenes están plantados árboles.

El museo actualmente participa en labores de conservación, difusión e investigación en lo referente al PIF.

7.1. Identificación y evaluación de riesgos

Los factores de riesgo que se analizan en el siguiente estudio son las fuerzas físicas, la delincuencia, robo, agua, plagas, contaminantes, luz inadecuada, temperatura inadecuada, humedad inadecuada y disociación, acorde al orden propuesto por la *Guía de Gestión de Riesgos para el Patrimonio Museológico*.

Primero se han de identificar los riesgos, reconocidos en la Tabla 2. Partiendo de la base proporcionada por la *Guía de Gestión de Riesgos para el Patrimonio Museológico*, se hará una explicación individual de cada riesgo:

Tabla 2. Identificación de los posibles riesgos

	Eventos raros	Eventos frecuentes	Procesos acumulativos
Fuerzas físicas		X	
Delincuencia	X		
Fuego	X		
Agua			X
Plagas		X	
Contaminantes			X
Luz y UV			X
T inadecuada			X
HR inadecuada			X
Disociación		X	

7.1.1. Fuerzas físicas

En el Museo existe un constante trasiego de locomotoras, la SAF Nº1 es un bien que está en movimiento de forma puntual. El propio movimiento de la locomotora podría causar daños en esta, especialmente si es manipulada por personal inexperto (pero no es el caso ya que se necesita tener un curso previo y experiencia), al impactar con otra locomotora o vehículo del Museo.

Asimismo, el tren cuenta con dos topes por la parte delantera y otros dos por la parte trasera, cuya función es evitar golpes directos (como el que ha sufrido la cajonera). Como se ha mencionado, aunque originalmente la locomotora se creó con dos frenos, por cuestiones de seguridad, es obligatorio el uso de un freno automático. Por ello la locomotora cuenta con un freno a vapor y otro de estacionamiento (ambos originales).

Podría darse el caso, que, en una maniobra de traslado de una vía a otra del Museo, de forma no intencionada, chocase ligeramente contra otro vehículo, produciendo ralladuras en los topes. Las locomotoras están conducidas por personal cualificado.

La locomotora puede estar expuesta a varios tipos diferentes de fuerzas, externas, que pueden dañarla. Las fuerzas analizadas en este estudio son las de impacto, choque, vibración, presión y abrasión.

La presencia de un impacto a pequeña escala es mínima, ya que la locomotora se encuentra en el taller de restauración protegido del público cuando no está en funcionamiento. Por otra parte, no se permite el acceso con objetos superiores a 40cm.

La fuerza por choque es la causa que se puede dar con más probabilidad frente a otras, ya que, como se ha mencionado anteriormente, el museo está en activo y ya sea por el propio funcionamiento de la locomotora, que pueda impactar con otro vehículo, así como por el impacto de otro vehículo con la locomotora al hacer maniobras, esto podría provocar abolladuras y fracturas en el metal. Hay que tener presente que estos objetos pesan toneladas y es por ello que para evitar deformaciones están los topes.

La SAF Nº1 alcanza una velocidad máxima de 30km/hora, el equivalente a 8,3m/segundo. Basándose en la fórmula de *energía de impacto en kg m (kilogramo metro)*, con un peso de 26000 kg estando cargada, la locomotora SAF Nº1 produce una energía de impacto de 91322,72 kg m. En esta situación, la locomotora cuando se encuentra en uso, recorre una distancia menor de 400m, no permitiéndola alcanzar la velocidad máxima por conceder un mayor tiempo de muestra al público. Por otra parte, las *Normas de Referencia Técnica y de Seguridad para la explotación de Ferrocarriles Históricos*, de la AFCHE, establecen, para mayor seguridad, una velocidad no superior a 40km/hora, no siendo el caso de la locomotora SAF Nº1, ya que tiene su máximo en 30km/h.

Respecto a las vibraciones, durante las labores de maniobras, se pueden producir vibraciones libres, después de que este es golpeado por los topes de la otra locomotora

que los transporta o por los topes del coche de viajeros. Por otra parte, se puede producir vibración forzada, a causa de los propios desplazamientos antes mencionados.

A causa de la vibración, podría generar fatiga del material, ya se mueve por ser un objeto activo.

Por otra parte, se encuentran las fallas Ventaniella y Cantábrica (Figura 53), de poco impacto sísmico, han dado lugar a que el martes 9 de abril de 2019 se originase un terremoto de magnitud 2,5, a una profundidad de 10km y a 2,8km del Museo del Ferrocarril de Asturias.

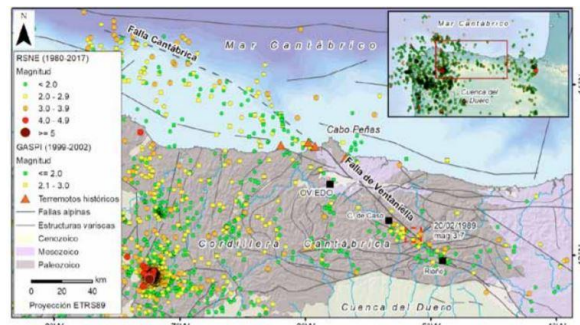


Fig. 53: Actividad sísmica en torno a las fallas de Ventaniella y Cantábrica, de Instituto Geográfico Nacional de España, 2018.

Según los registros, la zona en torno del museo puede sufrir seísmos, pero de baja intensidad, de magnitud 2, según el catálogo de sismicidad instrumental de la RSNE (Red Sísmica Nacional de España).

Asimismo, se ha observado que no hay obras en torno al museo que provoquen vibraciones, pero en cambio, la carretera de Avenida de Juan Carlos I, por donde pasan vehículos de gran envergadura como autobuses de línea, suscitaría a generarlas.

Por otra parte, no existe un riesgo en cuanto al desprendimiento del tejado por peso de la nieve, ya que Gijón es una zona donde no se ocasionan nevadas y cuando estas ocurren, muy puntualmente, la nieve no resiste tiempo en el ambiente, ya que, por sus condiciones climatológicas, se derrite en las inmediaciones de ser precipitado. En la otra cara, el tejado está diseñado para evacuar en el momento las precipitaciones provocadas por la lluvia, ya que es un factor que se produce frecuentemente en la región.

En cuanto a las fuerzas de presión, no se coloca sobre la locomotora ningún objeto que pueda ejercerla, pero la propia locomotora funciona con presión de vapor, la cual puede resultar catastrófica si no está controlada, ya que puede hacer explotar la caldera.

Otro factor a tener en cuenta es la abrasión. Esto se daría en las piezas que están en constante movimiento (rueda motriz, manivela, bielas, ...), es por ello, que el museo utiliza dos tipos de aceites, el SAE 30 que se emplea para un engrasado general y el SAE 90 o de número superior, para aquellas piezas que están en contacto con el vapor, ya que ofrece mayor resistencia a este.

En base a estos datos mostrados en este estudio, existen pocas posibilidades que se susciten fuerzas catastróficas. Por otra parte, existe un riesgo más elevando al anterior, de producirse fuerzas de trabajo y acumulativas por su manipulación y tránsito frecuente de otras locomotoras. La maquinaria es muy resistente a estos escenarios ya que ha sido diseñada para resistir estas situaciones.

A continuación, se dispone a realizar el análisis de los riesgos según la Escala ABC. El componente **A**, destinado con el valor de frecuencia o probabilidad, se asignará una puntuación de 3 puntos que corresponde con 100 años, con probabilidad de 0,01% en un año, ya que es un bien en continuo movimiento que puede sufrir impactos por otras locomotoras, sufriendo estos en pequeñas cantidades que acabarán deformando el objeto. Respecto al componente **B**, enfocado individualmente a los componentes de la locomotora, serán perjudicados aquellos más próximos a la zona de impacto, pudiendo sufrir deformaciones del metal. Por ello, se ha decidido otorgar un valor de 3, representando una pérdida pequeña del 1%, ya que la locomotora cuenta con dos topes en la parte delantera y trasera, que evita estas situaciones. Y en cuanto al valor **C**, que simboliza la parte afectada de la locomotora al sufrir este riesgo, podría ser muy variable, pero se ha decidido otorgar un valor de 2, con una pérdida de muy pequeña, al 0,1%, ya que es manipulado por personal experto y no es un bien que esté en movimiento diariamente, sino que se enciende cada cierto periodo de tiempo. Previamente ya ha sufrido daños por impacto como el mencionado de la cajonera. Si este bien fuese manipulado por personal carente de experiencia, el objeto de estudio, la locomotora, sufriría grandes deformaciones al impactar en otro objeto del museo.

Tras haber asignado los tres valores, se calcula la Magnitud del Riesgo respecto a la locomotora SAF Nº1 en el caso de producirse esta situación, sumando estos tres valores, corresponde a una puntuación de **8 puntos**, dentro de una prioridad media.

7.1.2. Delincuencia

El riesgo sería bajo, ya que es un objeto que presenta dificultades para ser trasladado a otro lugar, se necesita o del encendido de esta o de otra locomotora para moverlo; la locomotora se encuentra dentro de un recinto cerrado. Por otra parte, al estar compuesta de pequeñas piezas, podría surgir el riesgo de hurto, pero el entorno está debidamente vigilado y se encuentra en un lugar solo accesible al personal del Museo y protegido por una valla de la parte expositiva (Estación de Natahoyo), cuando no está en funcionamiento. Asimismo, es bajo el riesgo de sufrir destrozos como pintadas en las paredes de la cabina de la locomotora, como es el caso de Rojillin en Salinas (Asturias), que está en proceso de ser restaurada.

Actualmente existen sitios web donde se produce una compra venta de artículos relacionados con el patrimonio industrial, como *GW Railwayana Auctions*, donde se ha localizado una placa original de otra locomotora Henschel. El acervo está debidamente catalogado, custodiado por el Museo del Ferrocarril de Asturias y no hay riesgo de venta de este. A continuación, se detallan los riesgos producidos por la delincuencia: robos y vandalismo.

La posibilidad de robo es muy baja. El museo posee un amplio abanico de seguridad, como cámaras de vigilancia y volumétricos. Por otra parte, la locomotora se encuentra

estacionada en una zona del museo no accesible al público y esta solo se muestra cuando hay encendidos. Por otra parte, el bien posee unas características físicas, pero para poder moverse sería necesario el uso de maquinaria pesada o grúa.

Por otra parte, se encuentra el vandalismo, que también a su vez es poco posible, ya que el público general que asiste a visitarlo es de familias con niños y cuando se realizan encendidos, el personal del museo acompaña la locomotora en todo momento. El museo se encuentra en una zona céntrica de la ciudad.

Un riesgo que presenta es la presencia de árboles en el exterior del museo, en la acera, no pertenecientes al recinto de este, podrían ser un riesgo a tener en cuenta ya que podrían acceder escalando por ellos vándalos.

Los objetos de pequeño tamaño se encuentran protegidos por vitrinas, mientras los más grandes, las locomotoras, están en las vías de la estación. Personal del museo vigila a los visitantes para evitar incidentes, además de los volumétricos y por láser, como cámaras.

Las características de la locomotora no permiten el robo de sus piezas, ya que van unidas entre sí y presentan también la dificultad de ser piezas de gran tamaño y peso. Y como anteriormente se ha mencionado, durante su estancia en La Camocha, no se produjeron robo de piezas de la locomotora.

Se dispone a realizar el análisis de riesgo en cuanto a el robo y vandalismo. El valor **A**, representa el daño que sufrirá en cantidad de tiempo, por ello, se ha decidido otorgar un valor de 2 ½ puntos, que representa 0,003% de probabilidad en un año, ya que, en los 22 años que lleva el museo abierto con la locomotora ya restaurada, no ha sufrido pérdidas ni pintadas. Así como, la locomotora se encuentra vigilada y protegida de los visitantes en una parte privada del museo y la SAF N°1 solo es visible en los encendidos, como una norma que no permite el acceso con objetos voluminosos. El valor **B**, otorga un valor de 5, ya que, si una pieza de la locomotora fuese robada, perdería el 100% de su valor. En el valor **C**, se asigna ½ representando un 0,003%, por ser un evento muy raro y a que la locomotora está compuesta por muchas piezas, tanto de pequeño tamaño como tornillos a componentes de gran tamaño como la cubierta de la cabina de la locomotora.

La Magnitud de Riesgo, sumando los componentes ABC, es de **8 puntos**, dentro de una prioridad media.

7.1.3. Fuego

La locomotora, se encuentra en el taller de restauración (Nave Polivalente), representado en el plano con los colores verde y amarillo, característicos de la locomotora SAF N°1 (Figura 54).

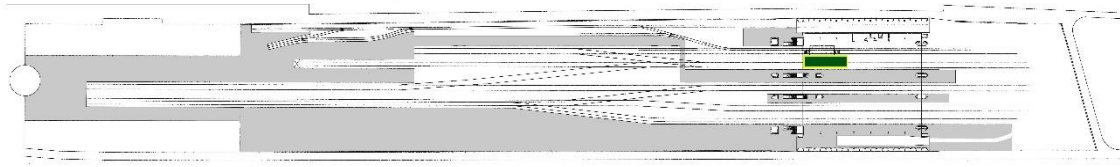


Fig.54: SAF Nº1 en el taller de restauración, de Museo del Ferrocarril de Asturias, 2020.

El riesgo de que se produzca una catástrofe por fuego es alto. El museo tiene prohibido fumar en todo el recinto. Debemos tener presente que las traviesas son de madera en gran parte del museo, a excepción de la Nave Polivalente (Figura 55), que posee el suelo íntegro de cemento. El suelo puede contener aceite desprendido de la propia locomotora u otras máquinas y se encuentra rodeada de otros vehículos que tienen componentes de madera. Desde 1998, año de inauguración del museo, no se ha producido ningún incendio.



Fig.55: Taller de restauración, interior de la Nave Polivalente, 2020.

La locomotora en sí, está compuesta de materiales no ignífugos (metálicos), por tanto, el riesgo vendría producido del entorno a esta, como un derrumbe causado por el fuego. Asimismo, se pudiera producir un depósito de hollín sobre la locomotora que acabase dañándola. Cabe mencionar que la propia locomotora produce hollín que se acumula en los tubos de humo, el cual es limpiado regularmente para un mayor rendimiento y seguridad de la máquina.

Por otra parte, podría darse el caso que, en el propio encendido de la locomotora, hubiese una mala manipulación del fuego y por accidente, se originase un incendio. El museo cuenta con extintores en todo momento en cada encendido y entorno.

Otro riesgo a tener en cuenta, es la práctica de tareas de restauración-rehabilitación el taller, en el que se realizan soldaduras de metal, remoción de pintura, corte de láminas de metal, pulido de piezas, ... Así como la presencia de materiales inflamables como disolventes de pintura.

Las características de la Nave Polivalente son suelo y paredes de cemento, estructura metálica y tejado de panel nervado Silver Metallic. El museo posee detectores iónicos para descubrir incendios y como medio de respuesta, posee BIEs (Bocas de Incendio Equipadas), extintores de polvo y de CO₂. En el edificio principal, la Estación del Norte, se dispone de un pararrayos.

En caso extremo, se podrían llegar a fundir partes de la locomotora provocados por un fuego externo a la locomotora. Se ha de destacar, que aquellas partes que están en contacto con el fuego, pertenecientes a la locomotora, como la caldera, tienen una pintura resistente a 500°C.

En caso de emergencia por fuego, para trasladar las diferentes máquinas del museo, en especial las de vapor, sin necesidad de ponerlas en funcionamiento o ya sea porque no funcionan, se utiliza el Tractor de Cristalería Española LG II y la Hunosa 3 (Figura 56, 57 y 58) para mover las grandes locomotoras de ancho ibérico (o ancho de vía Renfe, 1668 a 1674mm, siendo el estándar de 1668mm, se puede tener una tolerancia de 3mm menos por el desgaste de las vías o una tolerancia positiva de 15mm, llegando a 1683mm) y para las de pequeño tamaño como son las mineras, la Deutz KG 125 Nº2 para el ancho de mina (ancho de vía de 600mm).



Fig. 56: Maniobra locomotora a vapor con Hunosa 3, 2020.



Fig. 57: Maniobras del 13 de agosto de 2020, 2020.



Fig. 58: Tractor Cristalería Española LG II, 2020.

Para la salvaguarda de la locomotora en caso de incendio, se ha elaborado una ficha de traslado en caso de emergencia (Figura 59). Consiste en trasladar la locomotora desde el taller de restauración a la Estación del Norte, en el propio museo, con el Tractor de Cristalería, ya que son dos zonas que se encuentran aisladas entre sí por un tramo de vía de 300m, y a causa de que este tipo de bien, es de difícil traslado, no se podría sacar del recinto o de las vías.

FICHA EN CASO DE EMERGENCIA POR FUEGO

Nombre: **SAF Nº1**

Tipo de vía: **Ibérico (1674mm)**

Locomotora necesaria traslado: **Tractor de Cristalería Española LG II o la Hunosa 3**

Lugar de estacionamiento: **taller de restauración**



Fig. 59: Ficha de traslado de la locomotora SAF Nº1, 2020.

Se dispone a analizar los componentes de la escala ABC. El valor **A**, corresponde a un valor de $2 \frac{1}{2}$ correspondiente a 300 años, siendo una posibilidad de que suceda de 0,003%. Esta puntuación se debe a que la locomotora incluye el componente fuego para su funcionamiento, suponiendo un riesgo la puesta en marcha. Por otra parte, el museo está dotado de sistemas antincendios y en sus años de apertura, no ha sufrido ningún incendio. El valor **B**, cada componente de la locomotora podría sufrir deformaciones por fundición, alterando el funcionamiento de la SAF Nº1. Este riesgo se vería producido por un objeto que se precipitase, ya que la locomotora no arde por estar compuesto de materiales metálicos (la locomotora Áliva, en Cantabria, se encontraba en una nave cuando prestaba servicio, esta ardió y como consecuencia, se vieron deformados los tanques y otras piezas). Por ello, se ha decidido otorgar una puntuación de 3 puntos, ya que habría una pequeña pérdida en cada objeto que fuese afectado, suponiendo un 1% de parte afectada. En cuanto al valor **C**, la parte de la locomotora afectada sería de 1/1000, equivalente a un 0,1%, siendo una fracción muy pequeña de la SAF Nº1.

La Magnitud de Riesgo, si sucediese un incendio en las instalaciones, daría un resultado de **7½ puntos**, dentro de una prioridad media, suponiendo una pérdida del valor escasa.

7.1.4. Agua

Dentro de los riesgos de daño por agua, se pueden distinguir tres tipos: naturales, tecnológicos y accidentales.

Respecto a los naturales, el mar se encuentra a escasos metros del Museo, pero es una playa artificial del Mar Cantábrico, la playa de Poniente, con 500m de orilla, dependiendo de la marea. Creada en 1990, anteriormente se encontraba la playa de Pando. En esta playa no es muy evidente el cambio de mareas, como en la playa vecina, San Lorenzo, por tanto, no sería un riesgo directo. Asimismo, muy próximo al museo, se encuentra un pozo de tormentas⁶.

La provincia de Asturias es una zona con abundantes precipitaciones a lo largo del año. Se ha realizado un estudio del 1 de septiembre de 2019 al 30 de septiembre de 2020, con localización 43°31'23.0"N 5°37'16.0"W, respecto al Museo del Ferrocarril de Asturias que posee una localización de 43° 32' 27.75" N 5° 40' 19.88" W, suponiendo una distancia al museo de 6km. Durante este periodo se ha presentado una precipitación de 175 días sobre los 396 días que se ha registrado en el estudio, con un máximo de 10,2mm de precipitación. Considerada como una de las quince ciudades españolas con más riesgo a inundarse y la tercera con mayor terreno artificial con posibilidad de inundación. El barrio de Natahoyo se encuentra dentro de las zonas de riesgo.

La lluvia no afectaría directamente a la locomotora, ya que esta se encuentra protegida de estos factores en el taller. Podrían suscitarse tormenta de viento por situarse en una zona abierta, pero no es una zona propensa a huracanes. Muy puntualmente se produce granizo en la ciudad por sus características próxima al mar, pero se han registrado un par de nevadas desde 2010, siendo la última en 2018 llegando hasta la Playa de Poniente, próxima al museo. Actualmente existe un protocolo de mantenimiento de todos los edificios e instalaciones del recinto (Estación del Norte, Nave Polivalente y playa de vías). Estas tareas de mantenimiento están divididas según su naturaleza y se coordinan entre el servicio técnico responsable del Ayuntamiento de Gijón, el personal de mantenimiento de la Fundación Municipal Cultural y Educación y el del propio museo. Siendo las contrataciones periódicas de concurso público, específicas o medios propios.

Respecto a los riesgos tecnológicos, podría darse el caso de la rotura de alguno de los suministros de agua de las mangueras que alimentan los depósitos de la locomotora. El museo realiza un control regular del sistema de alcantarillado, del sistema contra incendios, como del sistema de cañerías. Próximos al taller de restauración se encuentran inodoros y las mencionadas bocas de manguera. No hay daños producidos por goteras ya que el tejado curvo de la Nave Polivalente se encuentra en buenas condiciones, así como no hay riesgo de filtración por el sistema de aire acondicionado ya que este espacio carece de ello.

Por otra parte, se pueden producir derrames accidentales procedentes del propio depósito de agua de la locomotora, ya que no es hermético al 100%. Al estar en movi-

⁶Un pozo de tormentas es una instalación subterránea encargada de recoger el agua de lluvia, evitando inundaciones. Una vez almacenada, se dirige a una red de saneamiento.

miento la locomotora, ocasiona que se salga de los tanques, dando lugar a que queden charcos en la superficie que tiene como consecuencia la corrosión. Un riesgo que puede afectar al funcionamiento de la locomotora, es que el agua de la propia locomotora se congele por bajas temperaturas, provocando que el agua de los depósitos no fluya y si no se ha vaciado previamente el agua de los cilindros, puede generar daños en el funcionamiento de los pistones, como romper la tapa de un cilindro. Se deberían dejar los purgadores abiertos para evacuar el agua de los cilindros. Se han dado casos en otras locomotoras, de encontrarse agua años después de su parada de funcionamiento. En el caso de la SAF N°1, esta situación no se motivaría, ya que el entorno donde se halla posee temperaturas superiores a 0°C todo el año. Anteriormente, a causa del agua, se pudrieron los depósitos originales, se restauraron y se colocaron dentro de ellos unos removibles para su uso y no perjudicar los originales (véase *Anexo, 11.3. Restauración de 2013*).

Se genera una alta corrosión por la presencia de unos valores altos de humedad (Figura 60). Asimismo, en el propio encendido, se puede condensar el vapor entre la caldera y la envolvente, produciendo a largo plazo la corrosión de la envolvente (Figura 61).



Fig. 60: Corrosión, estado previo a la restauración, 2014, Museo del Ferrocarril de Asturias.



Fig. 61: Envolvente de la caldera, estado previo a la restauración, 2014, Museo del Ferrocarril de Asturias.

Tras realizar el análisis de cómo el agua afecta a este material y su entorno, se procede a realizar el análisis de la escala ABC. El valor **A**, es un riesgo continuo, ya que es acumulativo, al producirse una puesta en marcha y ese día, al exponerse a los factores externos a la Nave Polivalente, puede producirse lluvia que se precipite en la superficie de la locomotora. Por ello, se ha asignado un valor de 3 ½ puntos, equivalente a 30 años, con posibilidad de 0,03% de propiciarse en un año, por ser un lugar propenso a las precipitaciones, genera gran corrosión sobre la superficie si esta no es eliminada. El valor **B**, se otorga 3 ½ puntos, produciéndose una pequeña pérdida en cada componente afectado, en torno al 3%. En cuanto al valor **C**, corresponde a 2 ½ puntos, se otorga esta puntuación a causa de que la SAF N°1 está compuesta de diferentes materiales que reaccionan de manera diversa a este factor y los aceites que se usan para evitar fricciones

actúan también de protector anticorrosivo. Por ello, se verá afectada una pequeña parte de la locomotora, de 1/300, un 0,3%.

La magnitud de riesgo respecto al factor agua, es de **9 ½ puntos**, siendo una prioridad alta, por tratarse de material sensible al agua, altamente corrosivo.

7.1.5. Plagas

El Museo del Ferrocarril de Asturias se encuentra, como se ha mencionado anteriormente, próximo a lo que, hasta hace pocos años, fue la estación de Langreo, también conocida como la estación del Humedal. Desde que se clausuró en 2011, calló en abandono, comenzando en 2014 su demolición. Esta situación ha propiciado que el trayecto entre la actual estación de Gijón-Sanz Crespo y la del Humedal, con una longitud entre ambas de 750m, haya proliferado maleza, portando con esta situación la aparición de plagas.

En el entorno a esta zona con vegetación, se encuentran organismos no plaga como son gatos, que pueden evitar la proliferación de roedores. Aún con la presencia de gatos que eviten la visita de los roedores, el museo tiene instalado trampas.

A causa de esta vegetación, se pueden dar la presencia de organismos que causen daños a la estructura de la locomotora, poniendo en riesgo la integridad de la SAF Nº1. Se distinguen los subtipos de plagas como los microorganismos, insectos, roedores, aves y murciélagos.

Los organismos macroscópicos y microscópicos influyen en la corrosión de dos formas **(EPN, sin fecha, p.4)**:

–Creando obstrucción en la superficie produciendo aireación diferencial.

–Absorbiendo hidrógeno de la superficie, en el acero, que es un factor de protección en la corrosión.

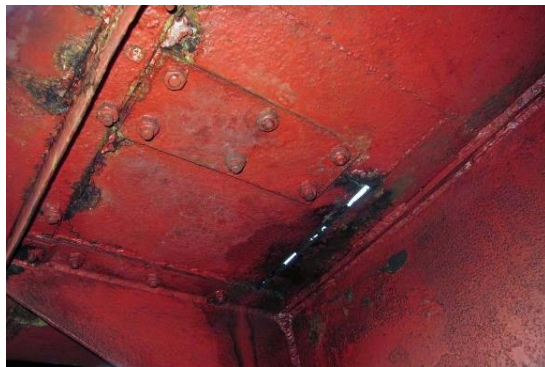


Fig. 62: Restauración de 2013, 2013, de Museo del Ferrocarril de Asturias.



Fig. 63: Estado actual de la locomotora SAF Nº1, 2020.

En la restauración de 2013 se detectaron mohos (Figura 62), pero actualmente este problema no se encuentra (Figura 63). Si no se lleva un control exhaustivo de este, podría volver a aparecer, provocando que se tenga que sustituir la pieza dañada. Esta problemática se vería combinada con una temperatura alta junto con mucha humedad, situación que es posible por su proximidad al mar y el ambiente húmedo de Asturias. Durante el estudio de estos factores de riesgo, se ha registrado en un periodo de 396 días una media de Humedad Relativa superior a la humedad recomendada, de 75,9%HR, mientras que se recomienda una inferior de 60% para la eliminación de estos microorganismos. Otro factor que puede afectar al aumento de estos microorganismos, es la presencia de agua a causa de los encendidos, ya que, si se formasen charcos sobre la superficie de la locomotora y permaneciesen estancados, cabría la posibilidad de que a largo plazo se formen hongos, causando a su vez, una proliferación de insectos que afecten a otros vehículos con componentes de madera.

Asimismo, la corrosión será más rápida si el electrolito contiene soluciones ácidas, por ejemplo, procedentes de excrementos de aves. En esta situación, la locomotora cuenta con excrementos producidos por gaviotas y palomas que habitan la estación o por los acontecidos durante los encendidos al ser extraído de la Nave Polivalente a la playa de vías, expuesto a los factores externos. Durante el tiempo que no se encuentra en uso la Nave Polivalente, se cierran las vías con lonas y una red, pero en la parte superior de la nave, hay cristales rotos a causa de las corrientes creadas por los propios trenes, por los cuales pueden entrar, ya que una estación es un espacio público y por lo general, abierto.

La locomotora actualmente se ve afectada por los excrementos de aves, carente de agentes como mohos u otras plagas como insectos. Por esta razón, se ha asignado al factor **A**, una puntuación de 2 ½ puntos. El daño producido por las deposiciones de las aves afectará a las partes exteriores superficiales de la locomotora. El componente **B**, supondría 2 puntos, ya que el metal está protegido con pintura, y afectaría a esta si tiene varias capas protectoras del metal. En cuanto al valor **C**, como conjunto del objeto, en este caso, la locomotora, sufrirá pequeñas oxidaciones en su superficie, por tanto, se otorga 1 punto, afectando a una diminuta parte de la locomotora, con un 0,01% del total.

La Magnitud de Riesgo respecto a las plagas es de **5 ½ puntos**, siendo un riesgo bajo para el objeto por la baja incidencia.

7.1.6. Contaminantes

Los contaminantes y las condiciones ambientales externas en conjunto pueden causar procesos de corrosión en los metales presentes en la locomotora de vapor SAF Nº1.

Al abordar los contaminantes atmosféricos es necesario destacar la realidad de unas atmósferas con influencia directa en el objeto de este trabajo. Una atmósfera industrial en el cinturón oeste de Gijón, donde el peso industrial llega a significar el 50% de la contaminación. Es significativa esta ubicación por hallarse la locomotora SAF N°1 en la zona oeste de la ciudad, barrio de Natahoyo. Una atmósfera marina con gran influencia por la proximidad del objeto a la playa de Poniente. Y una atmósfera urbana, ya que la Avenida Juan Carlos I es una zona con mucho tránsito de vehículo rodante al tratarse de una de las vías principales de la ciudad. Además de estas atmósferas, con un riesgo muy alto para los metales, hay que tener en cuenta que se trata de metales que han sido sometidos a un gran estrés físico: altas temperaturas, presión de vapor, etc. Este estrés físico genera por sí mismo corrosión. Al abordar la influencia general de las condiciones ambientales externas en una particular atmósfera con presencia de contaminantes, en primer lugar, se debe valorar el grado que ocupan los metales en la serie galvánica, ya que el metal de mayor nobleza puede originar procesos de oxidación o corrosión en contacto con otros materiales metálicos.

Los metales y aleaciones presentes en la locomotora de vapor SAF N°1 son los siguientes: cobre, bronce (aleación de cobre y estaño en porcentaje variable del 3 al 20%), hierro fundido, latón: aleación de cobre y zinc, y acero. Con relación al acero: acero inoxidable, acero al carbono y, dentro de este, acero estructural de construcción básica.

La serie galvánica indica el grado de nobleza de cada metal; cuanto más alejado en el índice, mayor corrosión, que se producirá solo sobre uno de los dos metales: el de menor nobleza. La serie galvánica en agua de mar a 10°C quedaría de la siguiente forma por orden de nobleza metálica (véase *Anexo, 11.5. Contaminantes, Serie Galvánica*): acero inoxidable, bronce, latón, cobre, hierro fundido, acero al carbono y zinc. **(Euro Inox, 2010, p.4-6)**

Para el análisis se han recogido los valores máximos y mínimos de las medias anuales de la serie histórica 2013-2016, registrados por la estación ER02 de la Red Automática de Medida y Vigilancia de la Contaminación Atmosférica de Gijón, validados por el Centro de Control. Se elige la estación automática ER02 por su proximidad al Museo del Ferrocarril de Asturias. Posteriormente se realiza la representación gráfica de los datos que corresponden a los niveles de inmisión de los siguientes contaminantes: partículas PM₁₀ dióxido de azufre (SO₂), dióxido de nitrógeno (NO₂), monóxido de carbono (CO) y ozono (O₃).

La legislación española sobre calidad del aire actualmente en vigor viene representada por las siguientes normas: *Ley 34/2007, de 15 de noviembre, de calidad del aire y protección de la atmósfera* y *Real Decreto 102/2011, de 28 de enero, de mejora de la calidad del aire*, que incorpora los requisitos en cuanto a evaluación y gestión de la

calidad del aire ambiente de la Directiva 2008/50/CE. “Se aprueba con la finalidad de evitar, prevenir y reducir los efectos nocivos de las sustancias mencionadas sobre la salud humana, el medio ambiente en su conjunto y demás bienes de cualquier naturaleza”. Esta norma fue modificada por el Real Decreto 678/2014 para establecer “los objetivos de calidad del sulfuro de carbono establecidos en la disposición transitoria única, y por el Real Decreto 39/2017, para transponer a nuestro ordenamiento jurídico la Directiva 2015/1480, que establece normas relativas a los métodos de referencia, validación de datos y ubicación de los puntos de medición para la evaluación de la calidad del aire ambiente, e incorporar los nuevos requisitos de intercambio de información establecidos en la Decisión 2011/850/UE”. (MPTEYERD, 2020)

Estación remota ER02, Avda. de la Argentina, de la Red Automática de Vigilancia de la Contaminación Atmosférica de Gijón.

La estación de Argentina se encuentra situada en una zona urbana de Gijón, distrito oeste, latitud: 43° 32′ 21.49″ N, longitud: 5° 41′ 58.84″ W (11 m. altitud). Ubicada en un cruce entre las calles avenida de la Argentina y calle Margarita Xirgu (calle sin salida), sin traslados desde su ubicación en el año 1982. (Consejería de Fomento, Ordenación del Territorio y Medio Ambiente, 2014, p.41)

Son de interés las referencias de ubicación (Figura 64), con relación a la estación automática de Argentina, de las siguientes coordenadas geográficas: Museo del Ferrocarril de Asturias, 43° 32′ 27.75″ N 5°40′ 19.88″ W; la Estación Gijón, en el Campus, AEMET, con 43°31′23.0″N 5°37′16.0″W. Altitud (m): 26; el puerto del Musel: latitud 43° 34′ N longitud 5° 41′ W; la Zona industrial de Aboño: latitud 43° 33′ 28″ N longitud 5° 43′ 22″ W; el polígono industrial Sotiello: 43°30′41.4″N 5°43′29.9″W; el Polígono industrial Puente Seco-Veriña: 43° 31′ 54.2″ N 5° 43′ 11.6″W; Polígono industrial Bankunion 2-Tremañes: 43° 31′ 37.5″ N 5° 42′ 46.1″W.



Fig.64: Vista aérea del entorno a la Estación del Norte, actual museo del Ferrocarril de Asturias, 2020. (Recuperado de: <https://www.google.es/maps/@43.5410996,-5.6779296,11626m/data=!3m1!1e3>)

El entorno a la Avenida de la Argentina está compuesto por una vía de 600m en sentido único de tráfico rodante, próxima a la calle Margarita Xirgu, con 5m de ancho, sin salida y con estacionamiento a ambos lados. Su tráfico está asociado a los comercios de la calle y a el centro comercial próximo a esta calle. La estación se sitúa frente a una pequeña zona verde, en una acera ancha cercana a un parking privado perteneciente a los bloques de viviendas próximos, sin restricciones ni obstáculos al flujo de aire alrededor del punto

de entrada del muestreo. Debido a las características de su ubicación se considera idónea para medir los niveles de contaminación del aire enfocada a las personas y a su vez, para el estudio de los contaminantes en referencia a la locomotora. **(Consejería de Fomento, Ordenación del Territorio y Medio Ambiente, 2014, p.41)**

Destacan las instalaciones de la factoría ArcelorMittal al suroeste, en el Polígono Puente Seco-Veriña, con, aproximadamente, cinco millones de metros cuadrados de suelo en donde se localiza una acería, acopios de mineral de hierro, dos plantas de sinterización, dos hornos altos y unas baterías de coques (en funcionamiento desde el 12 de febrero de 2020). En 2017 se empezó el derribo de las antiguas baterías de cok, destruyendo con ello 90 hornos, para dar paso a unos más modernos y ecológicos, que ha generado grandes cantidades de contaminación. La factoría activó el Sinter A sin la implementación de un filtro de mangas para reducir las emisiones, generando picos de partículas PM₁₀ de hasta 551 microgramos/m³ de aire durante el día 8 de enero de 2021, muy superior a los 50 microgramos que estipula la ley. **(La Nueva España, 2021)**

“Al norte de la estación se encuentran las instalaciones del Puerto de Gijón, uno de los mayores puertos de la cornisa cantábrica por su actividad. Al noroeste se encuentra la zona de Aboño”, con ubicación de “depósitos de graneles portuarios, una central térmica, un parque de carbones y una fábrica de cementos. Además de las instalaciones descritas, en el entorno de la estación existen otras actividades industriales, que se concentran en varios polígonos: Bankunión II (Tremañes), La Juvería (Tremañes), La Llosa (Tremañes), Somonte (Sotiello) y Puente Seco (Veriña).” **(Consejería de Fomento, Ordenación del Territorio y Medio Ambiente, 2017, p. 43)**

El Índice de la calidad es una escala que permite saber la categoría de contaminación en aire y si este es dañino para la salud humana. Los valores registrados tienen de referencia los establecidos en el *Real Decreto 102/2011*, de los siguientes contaminantes: Dióxido de azufre (SO₂), Dióxido de nitrógeno (NO₂), Ozono (O₃), Monóxido de carbono (CO) y Partículas PM₁₀ (véase *Anexo, 11.5. Contaminantes*).

Cada uno de estos contaminantes posee un tipo de análisis diferente, con unos valores entre 0 y 150.

De los valores registrados por la estación automática de medición ER02 en los años 2013, 2014, 2015 y 2016, solo los correspondientes a material particulado, partículas PM₁₀, exceden el límite diario de 50 µg/m³, con un exceso en 2013 de 41 en número de casos >50; exceso en 2014 de 36 días; en 2015, de 21 jornadas, y en 2016, de 6 ocasiones, como se puede observar en la Tabla 3 el registro de los contaminantes en este periodo de tiempo.

Tabla 3. Registro de contaminantes durante el 2013, 2014, 2015 y 2016

	PM ₁₀	SO ₂	NO ₂	CO	O ₃
Max. 2013	90	57	127	2,13	82
Min. 2013	15	2	2	0,05	5
Max. 2014	92	28	153	2,11	94
Min. 2014	9	2	3	0,11	4
Max. 2015	84	44	108	1,92	78
Min. 2015	5	2	3	0,1	6
Max. 2016	73	28	70	2,12	79
Min. 2016	5	2	6	0,15	6

En la siguiente gráfica (Figura 65), están representados tanto los valores máximos como los mínimos (con los mismos colores del mismo contaminante), registrados entre 2013 y 2016.

En estos cuatro años, el PM₁₀ mayor registrado ha sido de 92 en el año 2014, mientras que el valor mínimo, en 2015 y 2016, con un valor de 5. El dióxido de azufre (SO₂), presenta un valor máximo de 57 en 2013 y un mínimo de 2 registrado ese mismo año y en 2015 y 2016. El NO₂ alcanza en 2014 un máximo de 153, mientras que el mínimo es de 2, en el 2013. Para el CO, el máximo registrado es de 2,13 en 2013, pero el mínimo es de 0,05 ese mismo año. En cuanto al O₃, alcanza a 94 en 2014, mientras que el mínimo registrado en estos cuatro años se expone por un valor de 4 ese mismo año.

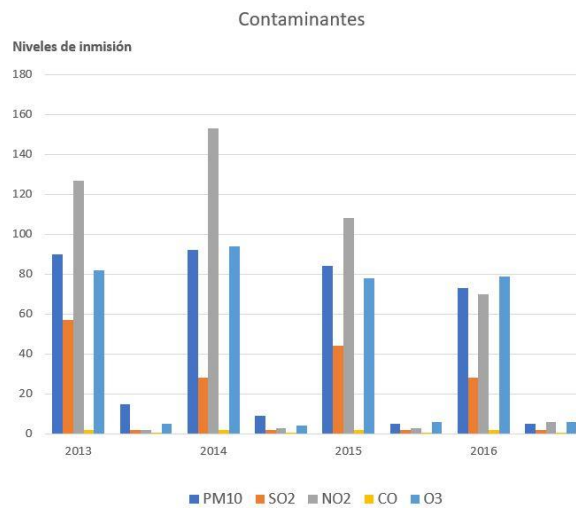


Fig.65: Gráfica de contaminantes del 2013 al 2016, 2020.

La Nave Polivalente, como se ha mencionado anteriormente, se encuentra abierta, por ser una estación con movimiento frecuente y se cierra con unas lonetas no herméticas. El entorno es muy húmedo, con unos valores entre 57 y 94% de humedad relativa. Esa situación junto a la presencia de grandes cantidades de oxígeno (O₂), ya que es un espacio no hermetizado, propiciarán a que el hierro se corrosione (véase Anexo, 11.5. Contaminantes).

Tras analizar estos datos, se ha llegado a la conclusión de que estos parámetros son muy superiores a los recomendados. Estos se ven influenciados por unos valores superiores al 60% de humedad relativa presente en el ambiente durante todo el año.

El ácido acético no supondría un riesgo por tratarse de un espacio abierto, pero originalmente, se utilizaban pinturas con contenido en plomo y otros materiales⁷. Respecto al dióxido de nitrógeno (NO₂), ozono (O₃), dióxido de azufre (SO₃), monóxido de carbono (CO) y partículas finas (PM₁₀), poseen unos valores superiores a los recomendados por Tétreault y Pourbaix.

Se ha procedido a realizar la evaluación de la escala ABC. El valor **A**, se contará como un evento acumulativo, por esa razón, se otorga un valor de 4 puntos, correspondiente a un daño significativo en 10 años, debido a la alta contaminación influenciado por altos valores de humedad relativa y sales en el ambiente. El valor **B** corresponde a las piezas de la locomotora, por su influencia en un incremento de la corrosión de los metales, se otorga una puntuación de 4, propiciando el envejecimiento de la locomotora. El valor **C**, se otorga una calificación de 3 puntos, ya que no afecta de igual manera a todos los metales que componen la locomotora.

La magnitud de riesgo de la locomotora respecto al factor contaminación, es de **11 puntos**, entrando en la categoría de prioridad alta.

7.1.7. Luz y radiación ultravioleta

La situación actual de la locomotora SAF Nº1 es la siguiente, como se ha mencionado, la mayor parte del tiempo se encuentra dentro del taller de restauración en la Nave Polivalente. Dentro de esta se dan las siguientes condiciones respecto a la iluminación. La luz artificial procede de unos focos LED, luz natural que se filtra por las ventanas en la parte superior (que carece de un filtro ultravioleta), pero cuando esta no se encuentra en uso, permanece a oscuras ya que se protege con una lona opaca que evita el paso de la luz solar. Por otra parte, se encuentra la situación de cuando es puesta en marcha se expone a los riesgos exteriores, recibiendo un alto nivel de radiación.

La mayoría de metales son insensibles a la luz, pero en este caso, se expone una locomotora que posee una capa de pintura al poliuretano a dos componentes⁸ Tankguard 412, que propicia una mayor protección a la radiación.

En el caso de los lux, se realiza un análisis fotométrico. La locomotora está en su gran parte del tiempo resguardada sin mucha luz natural, con unos valores de 200lux, mientras que, en los encendidos, al estar expuesto al clima externo, se podrían registrar valores entre 1075 lux y 10000lux (Figura 66), siendo esta cifra muy por encima de la recomendada de menos de 200lux para visualizar el patrimonio, pero inevitable por ser exterior.

⁷Originalmente se utilizaba pintura con compuesta de minio, fabricada a través del proceso de electrolisis y una proporción elevada de plomo. Al prohibirse utilizar este material por ser dañino para el operante y el medio ambiente, se sustituyó por el actual.

⁸Se llama así por ser pintura y catalizados, componentes por separado, que posteriormente se juntan, potencialmente explosivos si están juntos. Gran resistencia a productos químicos y factores externos.

Es por ello, que se han registrado con un luxómetro el entorno exterior al museo, es decir, se han tomado mediciones en las inmediaciones del museo para saber cuál es la incidencia en la zona colindante a este, registrando unos valores de 4200 lux a la sombra en el exterior y 6000lux con sol en la plaza donde se encuentra la entrada del museo, pero con condiciones de ambiente nublado. Dentro del museo no se han podido realizar estas mediciones, pero por el uso de Led y por el diseño del edificio Nave Polivalente, los niveles de lux se encontrarían dentro de los adecuados al espacio.



Fig. 66: Escala logarítmica de intensidad de luz (lux), 2009, de Stefan Michalski. (Recuperado de: https://www.researchgate.net/figure/Figura-9-Escala-logarítmica-de-intensidad-de-luz-lux-Michalski-2009_fig6_292156058)

Para la medición de la radiación solar, se ha accedido a un registro anual por meses en Adrase y se ha buscado la incidencia en kilovatio hora (véase la Tabla 4), registrándose los datos más altos durante el mes de junio, incidiendo con una energía de onda corta de 6,1kWh, mientras que el valor mínimo se registra diciembre, con un valor de 1,5kWh.

Tabla 4. Registro de irradiación solar en 2020 en la zona próxima al museo en Gijón

Irradiación solar (kWh/m ²) / mes	Percentil 75	Valor medio	Percentil 25
Enero 2020	2,2	1,7	1,1
Febrero 2020	3,2	2,5	1,7
Marzo 2020	4,5	3,5	2,3
Abril 2020	5,9	4,5	3
Mayo 2020	6,8	5,1	3,6
Junio 2020	7,8	6,1	4,2
Julio 2020	7,0	5,5	3,6
Agosto 2020	6,2	4,9	3,4
Septiembre 2020	5,3	4,3	3,1
Octubre 2020	3,7	2,8	2
Noviembre 2020	2,2	1,7	1
Diciembre 2020	1,9	1,5	1

Estos datos registran la longitud de ondas electromagnéticas procedentes del sol, interpretadas en energía por unidad de área.

La radiación en Asturias es baja, si se compara con otros puntos de España, como se puede ver en las siguientes gráficas (Figura 67 y 68). Las coordenadas de Gijón son 43°32'24"N 05°40'12"W mientras que las de Madrid, 40°26'24"N 03°41'24"W.

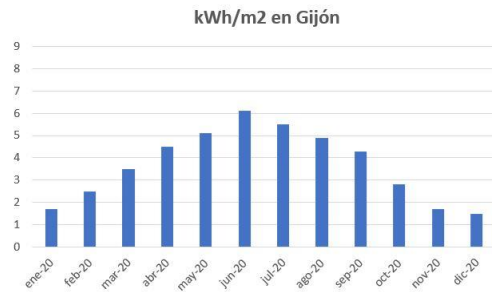


Fig.67: kWh/m2 en Gijón, 2020.

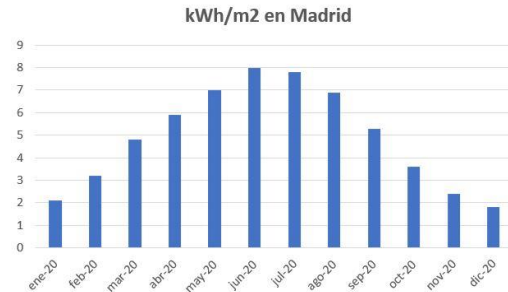


Fig.68: kWh/m2 en Madrid, 2020.

Los valores registrados en el entorno al museo son muy superiores a los recomendados para la conservación del patrimonio cultural, inferior a 1 kWh/m². Estas franjas de luz no son percibidas por el ojo humano, pero son dañinas para el patrimonio, causando en este caso pérdidas en la pintura, ya que esta pierde fuerza y clarea, como se puede ver en la reciente restauración de la locomotora Tractor Cristalería Española LG II y al lado, la locomotora SAF N°1 (Figura 27, página 30). Se ha producido la pérdida de intensidad en los colores, destacándose el color rojo, que es el mismo tono. Se contempla el envejecimiento, donde el tractor ha sido restaurado en 2020 mientras que la SAF N°1, la pintura fue aplicada en julio de 2014.

La escala ABC presenta los siguientes valores. El factor **A**, ha de considerarse un riesgo continuo, especialmente cuando la locomotora se expone al exterior en los encendidos, suponiendo un incremento de radiación ultravioleta. Por ello, se otorga 4 puntos, ya que, en un periodo de 6 años, la locomotora ha sido afectada gravemente en la pintura que cubre el metal, perdiendo densidad y tonalidad. Respecto al valor **B**, este factor afectaría principalmente a la superficie exterior de la locomotora, principalmente aquella con una superficie pictórica. Corresponde con un valor de 4 puntos, ya que, no solo afecta al aspecto físico de la locomotora, sino también, al desgastarse de la capa pictórica, produciendo que el metal esté más expuesto a las inclemencias ambientales, propiciando un mayor riesgo a la corrosión. El valor **C**, corresponde con 4 puntos, siendo afectada en torno a un 10% de la locomotora.

La magnitud de riesgo presente en el factor Luz y ultravioleta es de **12 puntos**, siendo un riesgo de prioridad extrema. Este riesgo es alto aún siendo protegida su superficie con el recubrimiento epoxi que retarda este proceso de corrosión del metal, pero afectando en especial a la capa de pintura que otorga el color verde característico de la SAF N°1. Estos materiales se desgastan aún estando pensados para materiales industriales expuestos a factores externos, pero más resistentes que unas pinturas comunes.

7.1.8. Temperatura inadecuada

Como se ha mencionado anteriormente, la Estación del Norte se encuentra a escasos metros del mar. Para medir la temperatura se ha recurrido al observatorio AEMET, situado en el Campus de Gijón, con unas coordenadas de 43°31'23.0"N 5°37'16.0"W, respecto al Museo del Ferrocarril de Asturias que se encuentra en las coordenadas 43° 32' 27.75" N 5° 40' 19.88" W. Se ha decidido tomar de referencia estos datos externos ya que la locomotora se encuentra expuesta a las temperaturas ambiente durante todo el año, y a que la estación no está aislada, sino que está abierta a nivel de vías.

Tabla 5. Temperatura correspondiente al área de Gijón durante el periodo de tiempo entre septiembre de 2019 y septiembre de 2020

	Temperatura Máxima (°C)	Temperatura Mínima (°C)	Temperatura Media Máxima (°C)	Temperatura Media Mínima (°C)	Temperatura Media Mensual (°C)
Septiembre 2019	25	13,7	22,5	16,4	19,5
Octubre 2019	23,1	8,7	20,4	14,1	17,3
Noviembre 2019	24,8	6,3	16,2	10,2	13,2
Diciembre 2019	20	3,1	15,6	8,4	12,0
Enero 2020	20,6	5,5	14,9	8,1	11,5
Febrero 2020	22,8	6,1	16,3	9,5	12,9
Marzo 2020	22,4	3,9	15,4	9,2	12,3
Abril 2020	23,2	7,8	17,2	12,2	14,8
Mayo 2020	25,9	11	20,4	13,8	17,1
Junio 2020	22,6	11,9	20,8	15,1	17,9
Julio 2020	25,5	15,3	22,9	18,0	20,4
Agosto 2020	32	12,8	23,8	18,2	21
Septiembre 2020	26	11,4	22,3	16,3	19,3

En el gráfico se representa la temperatura media máxima y media mínima de cada mes, procedentes de la Tabla 5, siendo una media mínima de 8,1°C registrado en enero, mientras que la media máxima es en agosto con 23,8°C. Aunque se desarrolle una fluctuación de temperatura de 15,7°C, es un cambio regular y no se registran temperaturas extremas durante todo el año.

Tomando de referencia los datos extraídos de las medias mensuales (Figura 69), tanto mínimas como máximas durante 396 días (desde el 1 de septiembre de 2019 al 30 de septiembre de 2020), se ha llegado a la conclusión que la temperatura máxima como mínima es regular y no hay grandes fluctuaciones de temperatura, no produciéndose altos contrastes entre temperatura máxima y mínima. La mayor temperatura registrada durante este estudio ha sido el 19 de agosto de 2020, con 32°C, pero es un hecho puntual que solo se ha producido ese día y no se ha repetido la situación de darse temperaturas superiores a 30°C. Por otra parte, la temperatura mínima registrada ha sido de 3,1°C durante el mes de diciembre de 2019, aún siendo el mes de enero de 2020 con una media mínima mensual inferior a diciembre.

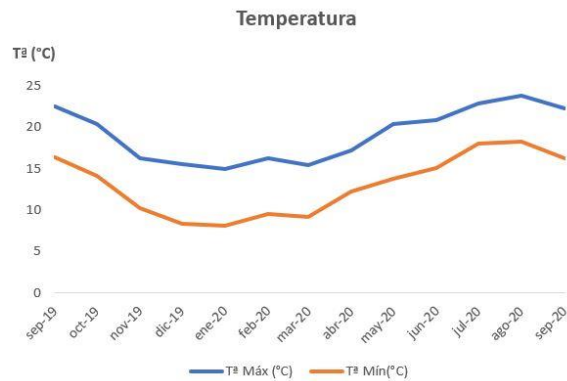


Fig.69: Temperatura del entorno al Museo del Ferrocarril de Asturias, en Gijón, 2020.

En principio el aumento de la temperatura incrementa la corrosión por aceleración cinética de las reacciones. Aun en soluciones acuosas, y a temperatura ambiente, pueden existir diferencias térmicas en una parte del material con mayor temperatura que el resto del material, de modo que esta parte con mayor temperatura se comporta de forma anódica respecto a la otra. Por ejemplo, cuando el hierro se encuentra en inmersión en una solución de cloruro sódico diluida y aireada, el electrodo caliente es anódico con relación a la parte metálica más fría de la misma composición. (EPN, sin fecha, p.2)

La locomotora SAF Nº1 posee, debajo de esa capa de pintura que le da el característico color, dos capas de imprimación polivalente, siguiendo las reglas SIS 055900. Primero una base de color rojo y posteriormente una gris (pintura de poliuretano a dos compuestos, industrial), para a continuación, cubrir con el color final, color 6005 verde musgo. Tendrá mayor resistencia a los cambios de temperatura que una de artista.

En cuanto a la escala ABC, el valor **A**, corresponde a un proceso continuo. Los valores registrados, aunque la media de fluctuación es siempre la misma, no reconociéndose cambios extremadamente altos, al tratarse de un bien expuesto en exterior y no en un entorno aislado y con poder de control de temperatura ambiental, se otorga un valor de 3 puntos. Esta puntuación se debe a que se trata de pinturas industriales fabricadas para lidiar con factores externos de estas características y a su vez, la locomotora posee pintura resistente a factores de temperatura de hasta 500°C. El valor **B**, de 3 ½ puntos, con pérdida de en torno al 3% de cada objeto por su vínculo a la humedad relativa, con valores superiores al 50% recomendado. Y en el valor **C**, como total como objeto, se otorga un valor de 3 ½, por el anterior vínculo mencionado a la humedad, ya que estos valores no

son suficientemente altos como para deformar el metal, altamente resistente al propio producido por la locomotora y el hogar.

Por consiguiente, la magnitud de riesgo en cuanto a temperatura inadecuada es de **10 puntos**, siendo una prioridad alta pero inevitable.

7.1.9. Humedad Relativa inadecuada

La estación de AEMET está situada en el Campus de Gijón, con unas coordenadas de 43°31'23.0"N 5°37'16.0"W, frente a las coordenadas 43° 32' 27.75" N 5° 40' 19.88" W. del Museo del Ferrocarril de Asturias.

Tabla 6. Humedad Relativa presente en el área en torno al museo

	Humedad Máxima (%HR)	Humedad Mínima (%HR)	Humedad Media Máxima (%HR)	Humedad Media Mínima (%HR)	Humedad Media (%HR)
Septiembre 2019	97	37	91,6	61,06	76,3
Octubre 2019	98	38	93,2	59,12	76,2
Noviembre 2019	98	38	92,6	57,4	75
Diciembre 2019	98	38	91,8	57,45	74,6
Enero 2020	98	37	91,8	59,2	75,5
Febrero 2020	99	31	91,6	59,4	75,5
Marzo 2020	98	37	92,4	63,4	77,9
Abril 2020	99	36	94,1	65,4	79,8
Mayo 2020	98	41	92,8	66,7	80
Junio 2020	99	44	91,7	62,9	77,3
Julio 2020	100	54	90,5	66,4	78,5
Agosto 2020	99	51	86,9	64,3	75,6
Septiembre 2020	99	37	92,1	64,4	64,4

Durante estos 396 días que se ha realizado el estudio, contemplando la Tabla 6 como la gráfica (Figura 70), los valores de humedad relativa son muy elevados, a causa de su localización próxima al mar.

Los valores de humedad relativa registrados durante este estudio, hacen constar, que los datos máximos de humedad, oscilan entre el 97 y 100%HR, siendo una media máxima total de 91%HR y la media mínima total de 62%HR. El 2 de julio de 2020 se registró un 100%

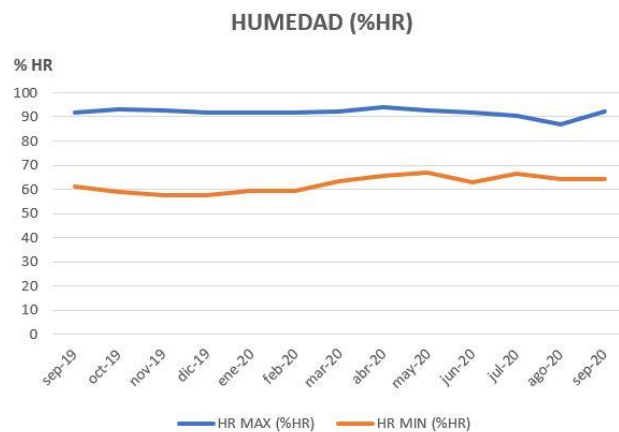


Fig.70: Humedad Relativa del entorno al Museo del Ferrocarril de Asturias, en Gijón, 2020.

de humedad relativa en la ciudad, pero el 29 de febrero de 2020 consta un registro mínimo de 31%HR. La humedad relativa de media mensual supera el 74% en la mayoría de los meses, a excepción de septiembre de 2020, donde se alcanza una humedad relativa de 64%, siendo estos unos valores superiores a los recomendados.

Estos altos niveles, producen una mayor posibilidad de corrosión en un menor tiempo, ya que el material principal de la locomotora es el metal. En esta ocasión, la temperatura varía, pero como se contempla en el gráfico de humedad (Figura 70), esta es más estable, manteniendo unos máximos y mínimos estables durante todo el año, pero con contrastes del 30% entre máximos y mínimos, a causa de su proximidad al mar.

Estos valores tan elevados, pueden propiciar la aparición de mohos, ya que próximo al museo se encuentra una zona con vegetación sin mantenimiento y en abandono.



Fig.71: Presencia de sales en el andén del Museo del Ferrocarril de Asturias, 2020.

Con valores entre 75% y 100%HR se produce una aceleración en los procesos de corrosión metálica como los formados en la SAF N°1, que son metales y aleaciones. Este material posee un riesgo muy alto, ya que está

en contacto con una atmósfera marina (Figura 71). Por ello, el Museo realiza constantes limpiezas en las instalaciones y en acervo, pero es inevitable por su proximidad al mar la frecuente aparición de sales en polvo. Estos valores de humedad relativa, podrían causar moho y corrosión.

Materiales que componen la locomotora SAF N°1, como el hierro, son propensos a procesos de oxidación y corrosión a partir de 40%HR y el bronce a partir del 55%HR. **(Saper fare nei musei, 2010, p.24)**

El ambiente salino de Gijón (NaCl) es muy perjudicial para este patrimonio industrial, que, con un índice de humedad superior al 75% produce celeridad en los procesos de corrosión. **(Michalski, 2009)**

A pesar de que no existen grandes variedades climatológicas o térmicas anuales en la zona costera del norte de España, sí existen valores elevados de humedad relativa anual cercano al 100% y, por tanto, se alejan de las condiciones óptimas de conservación para el patrimonio histórico de carácter general y para el patrimonio ferroviario en particular.

El alto índice de humedad se debe a que gran parte de los días suceden precipitaciones y, por otra parte, se encuentra muy próximo al mar. El edificio donde se haya evita la lluvia sobre la locomotora, pero, a causa de ser un espacio abierto y no hermetizado, permite el paso de la humedad. Al producirse esas condiciones, no se puede aplicar un control como en un espacio cerrado, es decir, no es posible mantener unas fluctuaciones

de $\pm 5\%$ de HR y $\pm 2^\circ\text{C}$, siendo un ideal inferior a 40%HR y de 15°C y 25°C . (Michalski, 2009, p.15)

Al realizar la escala de niveles ABC, la humedad relativa será un factor muy importante y dañino para la SAF N°1. Representando un proceso continuo, por sus altos valores, podría ser visible el daño a los 100 días de su renovación con la aparición de corrosión. Por ello, se ha decidido poner una calificación de 4 puntos al componente **A**, por ser un bien sensible a este factor, y un ejemplo es, la corrosión producida entre la restauración de 1994 y 2013. En el factor **B**, se ha decidido puntuar con 5 puntos, ya que cuando una pieza está muy dañada, se ha de sustituir por una nueva, por intervenir el factor seguridad al estar en funcionamiento, pudiendo producir una catástrofe como la explosión de la caldera, si esta no está en condiciones. En el valor **C**, debido a que la SAF N°1 está compuesta de diferentes materiales (acero, bronce, cobre, hierro, latón), reaccionarán de manera diferente frente a la humedad, degradándose a tiempos diferentes. Se ha otorgado 5 puntos, ya que, por cuestiones de seguridad y para que la locomotora siga en funcionamiento, se acabarán sustituyendo todos sus componentes por unos nuevos, para continuar con la vida de este.

La magnitud de riesgo será de **14 puntos**, siendo catastrófica, pero en el caso de tratarse de una locomotora en funcionamiento, lo principal es mantener la idea que quiere transmitir el objeto y su seguridad para las personas que la conduzcan y viajen en ella.

7.1.10. Disociación

Las locomotoras a vapor, son objetos únicos, ya que, aunque están fabricados en serie, a día de hoy son pocos los ejemplares que han sobrevivido al paso del tiempo. Cada modelo tiene unas piezas únicas, que actualmente no se fabrican en una factoría y en muchas ocasiones, se tienen que producir réplicas de estas.

La SAF N°1 posee unas características físicas, que para sustituir una pieza o hacer una restauración, se ha de desmontar toda la locomotora, ya que va todo unido y encajado. La etiqueta de identificación de la locomotora se encuentra en ambos laterales, en los depósitos de agua, en placas de latón. Fueron un añadido durante su vida en la mina. Todas las locomotoras o vagones llevan un nombre que identifica el vehículo o el modelo de vagón, ya sea con pintura, o en este caso, primero en pintura para más tarde, usar el cartel de latón en ambos laterales.

Actualmente, el museo posee un espacio de trabajo donde se realizan las tareas de mantenimiento de las locomotoras, separado del espacio destinado al público por una mampara de metal.

La locomotora, debido a su gran tamaño y su imposibilidad de mover fuera del espacio de playa de vías, y dentro del ancho de vía Ibérico, es muy difícil que se dé una pérdida de localización de esta. Primero, la locomotora se mueve por personal del museo. Segundo, en el caso de realizar una sustitución de alguno de los componentes de este, se inventaría dentro del registro del museo en el catálogo de la colección. El desprendimiento de la placa identificativa, y por tanto su extravío, con el nombre de la locomotora SAF N°1 es mínima, ya que va unida a la locomotora. Por otra parte, hasta hace unos años todos los registros se llevaban haciendo en papel, pero actualmente, se registra en el portal *online*, evitando así un problema de legibilidad o pérdida de información. No posee otra etiqueta identificativa, como en formato papel, ya que se desprendería. Asimismo, no existe en el museo ninguna otra locomotora igual a este modelo.

Existen unos documentos vinculados a la locomotora. Entre ellos, se encuentran planos originales, planos de las reformas que ha sufrido la locomotora en Ponferrada, permisos de circulación de vías, así como registro fotográfico.

Estos se encuentran en otro edificio ajeno a donde se sitúa la locomotora, la Estación del Norte. El edificio fue totalmente renovado en los años 80, dejando original la estructura de la fachada, una escalera, el reloj y una campana para avisar a los pasajeros. El edificio es de hormigón, cuenta con sistemas de prevención y respuesta de incendio.

Los archivos están clasificados dentro de una carpeta de cartón contenedora de toda la información de la locomotora SAF N°1 y algunas imágenes de las restauraciones y planos. Se encuentran digitalizados solamente los planos de la locomotora y del tubo de salida Gestra y algunas de las fotografías realizadas de las restauraciones.

En este caso, el estudio de los riesgos se centra en la locomotora, pero se dispone a explicar brevemente el entorno a los documentos, por ser una parte muy relevante a la hora de realizar cualquier modificación o cambio de pieza en la locomotora.

Las fuerzas físicas no supondrán un riesgo por la baja incidencia de terremotos. Por otra parte, solo se manipulan estos documentos en caso de consulta. La delincuencia es una posibilidad nula, ya que está en zona privada del museo y vigilada. El fuego podría ser un riesgo, al producirse un fallo eléctrico, ya que no está permitido fumar en el recinto, y, por otra parte, se cuenta con medios de extinción. Respecto al agua, no hay filtraciones y el espacio con objetos que generen agua e inundaciones, se encuentran en el otro extremo del edificio. En las plagas, se encuentra dentro de un edificio de hormigón y los documentos no presentan daños de insectos o microorganismos. En los contaminantes, el NO₂ puede suponer un deterioro en los papeles, pero el espacio es cerrado, reduciendo así los valores presentes en el exterior. Así como protegidos de la luz ultravioleta al estar recogidos en archivadores, pero si fueran expuestos, podría afectar la tinta de estos hasta desaparecer. Tanto como la temperatura como la humedad podrían registrar valores más

estables frente a los exteriores. La disociación es un riesgo ya que están catalogados y en subcarpetas.

La información *online* también puede sufrir cambios o pérdidas si no se revisa habitualmente o darse el caso que, por una mala manipulación, la pérdida de información.

Para la evaluación del método ABC, el valor **A**, es un valor puntual, ya que se produce cuando se lleva a cabo una restauración de la locomotora. Con los registros anteriores de la locomotora, se han realizado dos grandes restauraciones, con 21 años de diferencia. Por ello, se otorgará un valor de 3 ½ por realizarse una gran manipulación de sus piezas en estas ocasiones. Respecto al valor **B**, se otorga 5 puntos, ya que si se pierde una pieza durante este proceso habría que fabricar una nueva, para que esta siguiese funcionando. En cuanto al valor **C**, es de ½ ya que representa una pequeña parte de la locomotora y esta pérdida no se produce ya que hay un seguimiento de estas. Pero sigue existiendo la pérdida de esas de pequeño tamaño, ya que son miles las piezas que componen una locomotora (tornillos, tubos, velas, ...).

El valor de la magnitud de riesgo es de **9 puntos**, situándose en un riesgo de prioridad media.

7.2. Valoración de los riesgos

En base a la magnitud de riesgo (Figura 72), se ha llegado a la conclusión que los mayores riesgos son de carácter atmosférico externos: humedad relativa inadecuada, radiación y contaminantes.

La humedad relativa se presentará como el factor de riesgo que afectará con mayor intensidad en un menor periodo de tiempo. Por ello, esta puntuación de 14 puntos (Figura 73). Una humedad con esos parámetros tan altos, dan como resultado una corrosión acelerada. Una locomotora que puede servir de referencia a las consecuencias de una alta exposición a valores altos de humedad, es la Hobum 1 (Figuras 1 y 2, página 11), también próxima a un puerto, en el que la humedad ha dejado evidentes indicios de corrosión avanzada en un periodo de 20 años.



Fig.72: Escala de Magnitud de Riesgos, según ICCROM, 2020.

La locomotora SAF N°1, al estar compuesta de diferentes metales, reaccionarán de forma distinta a estos valores, que en ocasiones superan el 90%, produciéndose una oxidación a diferentes ritmos dependiendo del material, siendo el acero inoxidable el más resistente. Por ello, se han de revisar constantemente las piezas para garantizar la seguridad y funcionamiento para una mejor conservación.

Le sigue la luz y radiación ultravioleta como segundo factor de riesgo en importancia. La elección de la radiación como riesgo superior a los contaminantes, se debe a los altos niveles de radiación ultravioleta. Aún siendo inferiores a otros valores registrados en España, están involucrados en una acción de deterioro directa en el revestimiento o pintura protectora (y decorativa) de las partes metálicas de la locomotora. Que, a su vez, al producirse esta pérdida de la pátina que actúa como protección, causa una mayor exposición a unas atmósferas que podrían dar lugar a procesos de corrosión acelerados.

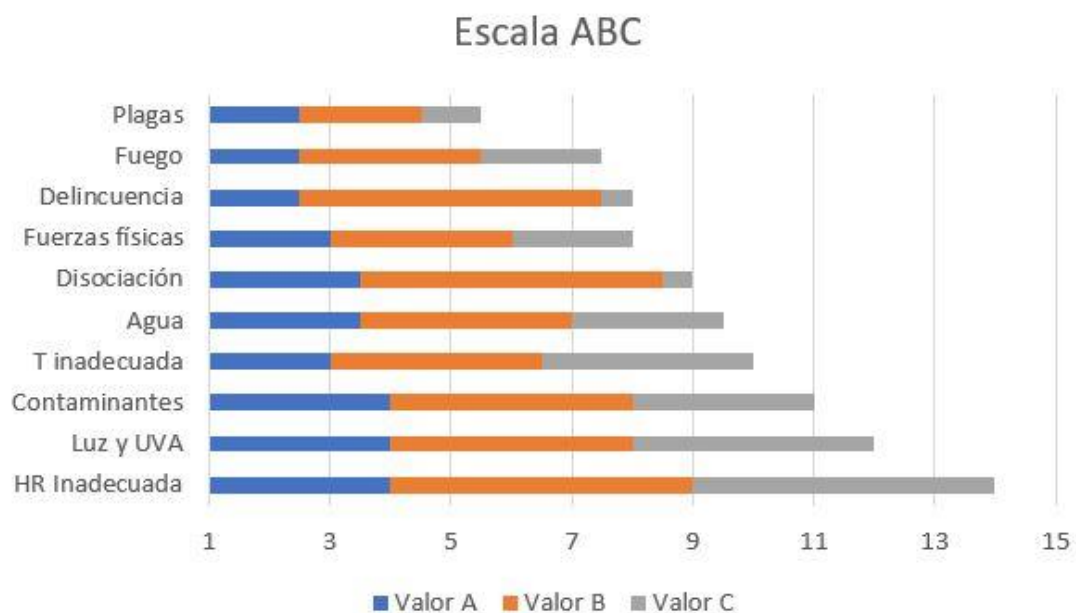


Fig.73: *Escala ABC*, según ICCROM, 2020.

Los contaminantes serán el tercer riesgo que afecte a la locomotora. Esta valoración se debe a que, junto a los anteriores riesgos, humedad relativa inadecuada y radiación ultravioleta, formarán una combinación dañina para los materiales metálicos de la SAF N°1, acortando su vida útil. A ello, hay que sumar el cuarto valor, temperatura inadecuada. La temperatura es variable, al ser procedente del exterior y no encontrarse en un espacio cerrado, influenciando a su vez en los cambios de humedad.

Estos riesgos son inevitables a causa de que, aunque se encuentre bajo techo, la estación es un espacio abierto por dos de sus laterales y aunque se cierren las lonetas, no se procurará un entorno hermético que los elimine al cien por cien.

La locomotora SAF N°1, está expuesta a la acción de atmósferas que implican un riesgo muy alto de deterioro en los materiales metálicos, estimándose la posibilidad de realizar

ensayos o pruebas experimentales para la obtención de resultados demostrativos de la influencia concreta de los contaminantes atmosféricos sobre los materiales metálicos. Así como la adopción de las medidas de conservación oportunas, como protección de superficies metálicas frente al material particulado, aleaciones protectoras como aceros con porcentajes de cromo que disminuyan o ralenticen los procesos de corrosión, aleaciones de bajo contenido de carbono, reducción de la acción corrosiva del medio, aplicando inhibidores de corrosión en medios acuosos, limpieza para la eliminación de materia particulado, evitar el contacto entre metales distantes en la serie galvánica, etc.

El agua es el quinto factor de riesgo. Las fuentes de procedencia del agua pueden ser varias, como un escape de agua de los abastecimientos, lluvia o producidos por el balanceo de agua que se encuentra en los tanques. El problema surge cuando este queda estancado en la superficie convexa por mucho tiempo, produciendo una aceleración de la corrosión de los metales que componen ese espacio.

El sexto riesgo, la disociación, es muy poco común, por los protocolos que se siguen en el museo, pero si se diese el caso, habría que recurrir a los planos y crear una nueva pieza, ya que no existe otra fabricada igual. Su importancia es vital, ya que, con una pérdida de ese calibre en una locomotora en activo, perjudicaría gravemente su funcionamiento.

Riesgos como fuerzas físicas, están presentes regularmente, pero el daño será mínimo, ya que se maneja con personal experto y se cuenta con los topes, que evitan deformaciones en el resto de la locomotora. Siempre cabe la posibilidad de que se produzca una mala manipulación que acarree daños visibles o que puedan tener como consecuencia un mal funcionamiento de la locomotora.

La delincuencia es un factor que posee unas posibilidades de suceder mínimas, por la seguridad presente en el entorno y las características de la locomotora, siendo la locomotora guardada en una parte privada del museo, para protegerla de estos factores mientras que no está en funcionamiento. Pero, si se produjese un robo de alguna de las piezas, siendo en las restauraciones el mayor riesgo, se presentaría el mismo problema que en el factor de disociación, la pérdida de una pieza única.

El fuego supondrá un riesgo si se encuentra en un entorno que sea propenso a inflamarse, ya que pueden precipitarse objetos o llegar a fundirse y deformarse algunas piezas. Cuando existe una manipulación que implique chispas, el entorno no está sin vigilancia a posibles incendios y se dispone del material necesario para una rápida actuación, por ello, es un riesgo bajo.

Y, por último, las plagas es el riesgo de menor posibilidad a propiciarse, pese a su proximidad con vegetación, podría disminuirse la presencia de aves.

8. Propuesta de conservación y puesta en valor

8.1. Propuestas de conservación

A continuación, se exponen las propuestas de conservación. La mayoría de ellas, están enfocadas a un bajo presupuesto, ya que el museo está subvencionado por una fundación local. Primero se desarrollarán las propuestas relacionadas con el entorno que rodea a la Nave Polivalente. Más adelante, las posibles soluciones para mejorar el entorno a la SAF Nº1. Asimismo, cambios en la propia locomotora que se podrían llevar a cabo. Y, por último, posibles soluciones para la salvaguarda de los documentos asociados a la locomotora SAF Nº1.

Comenzando por los exteriores al museo, se ha pensado, para evitar disociación o fuego durante las restauraciones, en el diseño de un taller de restauración. Este se situaría en los jardines Federico González Fierro Botas, en las inmediaciones al Museo del Ferrocarril de Asturias (Figura 74). Este terreno perteneció al Museo, hasta que se construyó debajo de esta superficie el pozo de tormentas.

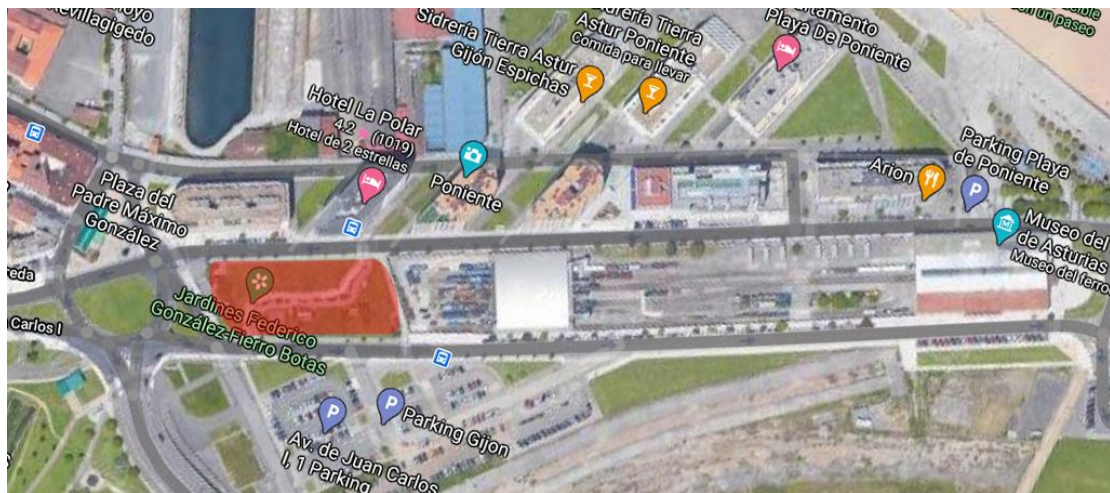


Fig.74: Propuesta de taller de restauración, 2020. Fotografía de Google Maps (Recuperado de: <https://www.google.com/maps/search/https://www.google.com/maps/@43.5426883,-5.6740828,949m/data=!3m1!1e3/@43.5401337,-5.6764526,518m/data=!3m1!1e3>)

Se han de tener en cuenta que las características del terreno poseen esa estructura. Por ello, se debería hacer un estudio para la creación de un suelo con cimientos para soportar el nuevo edificio, debiendo reforzar esta estructura, pese que soportaría el peso del espacio por su diseño.

El taller estaría compuesto de un espacio con tres secciones para tres locomotoras. Se ha de tener presente que la superficie posee los casetones que dan ventilación al pozo, por tanto, se ha de adaptar a esta forma. Otro factor a tener en cuenta, es el ancho de vías del museo, ya que posee cinco tipos de vías (y una sexta que sirve para soportar vehículos):

600mm (ancho de vías); 750mm (ferrocarril de montaña); 1000mm (ancho métrico); 1435mm (ancho internacional) y 1668mm (ancho ibérico o ancho RENFE).

La problemática de este proyecto es su alto coste para la Fundación Municipal de Cultura y Educación, al tratarse de una fundación que gestiona los museos de Gijón, como el Museo del Ferrocarril de Asturias.

Por otra parte, en los andenes se encuentran plantados árboles, que podrían desprender ramas sobre la superficie de la locomotora, pero para solventar este riesgo, se realiza un mantenimiento regularmente por parte del museo.

Para resolver los cuatro factores de riesgo más dañinos (humedad relativa inadecuada, radiación ultravioleta, contaminantes y temperatura inadecuada), se ha tomado de referencia el Museo del Ferrocarril de Madrid, en Delicias (Figura 75). La estación es un espacio cerrado para su musealización, ya que originalmente uno de sus laterales estaba abierto para la entrada de trenes. Actualmente se encuentra hermetizado y el lateral que originalmente dejaba la entrada a los trenes se halla cerrado con una cristallera compuesta de puertas articuladas adaptadas al espacio (al andén y las vías).



Fig.75: Puertas correderas del Museo del Ferrocarril de Madrid, 2020.

Esta idea de puertas acristaladas se descartó, ya que el Museo del Ferrocarril de Madrid no utiliza ese espacio para guardar locomotoras en activo, y cumplen la función de evitar el paso de visitantes a esa parte de las instalaciones.

En Gijón, no sería efectivo, ya que los propios trenes generan corrientes, tendría como consecuencia la rotura de los cristales. Asimismo, se descarta la idea de vitrina, como en el caso de la locomotora *Eleonore*, ya que esta locomotora de Arnao, se encuentra inactiva y de exposición.

Por ello, para que el material que compone las puertas pueda resistir estas corrientes sin romperse, el más plausible sería unas puertas metálicas a secciones adaptadas a la forma del andén y la vía. Para evitar dichas corrientes, se tendrían que abrir las puertas, permitiendo el movimiento del aire, pero a largo plazo evitaría gran parte de los contaminantes y sales, así como de la humedad y temperatura procedente del exterior del edificio.

Contra la radiación ultravioleta, se propone cubrir todos los cristales de la parte superior de la nave con protectores ultravioleta. A su vez, sería conveniente sustituir los

crisales dañados y pensar en la colocación de vidrios laminados, ya que es un material bastante resistente.

Para solventar el problema que causan las palomas, se encuentra colocada una malla plástica cuadrículada en las aperturas. Sería recomendable el uso de pinchos antipalomas en toda la superficie de las columnas o en cualquier superficie de la arquitectura de la Nave Polivalente, donde se puedan colocar, para evitar que se posen o hagan nido.

Respecto a la locomotora SAF N°1, se ha meditado en una serie de propuestas. En una primera instancia se pensó en implantar lana de roca, un producto que sirve de aislante para el calor, colocado en el espacio entre la caldera y la envolvente. Pero se ha descartado, ya que este producto solo es efectivo para una locomotora en activo diario ya que evita el consumo extra de energía. En este caso, la locomotora se enciende puntualmente, y si se cubriese esta superficie con la lana de roca, produciría condensaciones que acabarían pudriendo la envolvente. Locomotoras en activo como la Áliva o la Arganda poseen lana de roca entre el forro y la caldera.

Una segunda idea, relacionada con el combustible que usa la locomotora actualmente, carbón (hulla). Este mineral, en un futuro, se extinguirá. Por ello, siguiendo los pasos de la locomotora Verraco, se tendría que pensar en la implantación de un hogar similar, usando otras fuentes de combustión, para que la locomotora siga en funcionamiento.

Por otra parte, debido a que cada locomotora posee unas piezas a medida y la locomotora SAF N°1 se encuentra en activo, es necesario sustituir aquellas que fallen con el paso del tiempo. Por ello, programas de ordenador como *Fusion 360* o *Thingiverse*, son usados actualmente para diseñar piezas de locomotoras por los trabajadores de mantenimiento de vehículos por parte de RENFE.

En cuanto a los documentos asociados a la SAF N°1, como planos, es recomendable la digitalización de todos ellos para evitar manipulación y deterioro, así como una posible futura pérdida.

8.2. Propuestas de Puesta en Valor

Se hacen las siguientes propuestas para puesta en valor de la locomotora y del museo, con el fin de incrementar la afluencia de visitantes y la participación en sus actividades. Estas propuestas son el uso de las herramientas que proporciona Facebook, creación de un perfil en Instagram, diseñar una página web, diseño de un videojuego, modelación de la locomotora en 3D para su difusión y creación de realidad aumentada, y una ruta turística.

Son varios los medios gratuitos que proporciona Internet. El museo actualmente solo dispone de Facebook, donde publica información sobre las encendidas de las locomotoras y difusión de su patrimonio.

8.2.1. Facebook

Las redes sociales son una gran fuente de comunicación para darse a conocer como institución. El museo compartía sus eventos y actividades en la plataforma de Facebook. Se puso en contacto con el responsable de la plataforma sugiriendo el uso de la opción ‘Crear evento’, ya que es una herramienta útil donde depositar la información del evento y a su vez, quien pincha en las casillas ‘Asistiré’ o ‘Me interesa’, crea un algoritmo, de tal modo que, todo contacto de esa persona que ha participado, recibirá en Facebook la notificación de este evento próximo a su entorno. Es posible que esta propuesta se haya llevado a cabo a través de la sugerencia de esta idea, ya que, en los días posteriores, se crearon diversos eventos asociados a actividades realizadas en el complejo.

Actualmente, las redes sociales tienen una afluencia de público variable en cantidad y en edad de los espectadores. La problemática de las redes sociales es su popularidad por un tiempo limitado. Por ello, el museo se tendría que ir actualizando acorde a las aplicaciones que más influencia poseen en el público, para llegar a un mayor número de visitantes. Por otra parte, el público que visitará estas redes sociales, será selectivo, es decir, aquellas personas interesadas en este tema, lo relacionado con el ferrocarril.

8.2.2. Instagram

Una red social muy utilizada por diferentes instituciones es Instagram, una plataforma donde compartir imágenes con información y comunicar eventos y realizar eventos.

Por esta razón, se ha pensado en Instagram como aplicación de red social ideal para la difusión de este tipo de patrimonio. Por ello, se ha creado una simulación de este medio de comunicación (Figura 76). Para la realización de este montaje, se han realizado fotografías de los diversos vehículos que se encuentran dentro del recinto.

Esta red, no solo influye en un conocimiento del acervo del museo, sino que también puede ser una plataforma con la que comunicarse con el espectador, mediante *directos*, *encuestas* o *preguntas*. Otra ventaja de Instagram, es la difusión del mismo post desde esta aplicación, haciendo una doble difusión en diferentes plataformas con una misma publicación. Usando



Fig.76: Propuesta de Instagram, 2020.

hashtags se puede citar un elemento o modelo usando #, y todo aquel usuario que esté interesado en esa mención, encontrará esa publicación.

Museos dedicados al ferrocarril histórico, como el Museo Ferroviario Pablo Neruda, utilizan Instagram para difundir su patrimonio e incluso, crear concursos enfocados en los niños. Algunas de estas propuestas son dibujar una locomotora del museo y exponer este dibujo en sus plataformas o en el propio museo, reciclar objetos y convertirlos en locomotoras del museo.

8.2.3. Web

Actualmente, el Museo del Ferrocarril de Asturias no dispone de una web personal donde depositar toda su información, sino que la ciudad de Gijón posee un apartado muy genérico sobre información básica de este lugar. La Fundación de Ferrocarriles Españoles aporta unas pautas sobre la estructura que debe tener esta web. (FFE, 2016, pp.49-50)

La web estaría compuesta de 8 apartados. Una opción de inicio donde se cuelguen las últimas novedades del museo y sus actividades; un apartado compuesto de la historia de la Estación del Norte y el actual museo; un departamento dedicado a la restauración de sus bienes; una sección con las actuales locomotoras en funcionamiento; otro con la información básica del museo; otro despliegue que contenga toda aquella documentación digitalizada accesible al público; una sección con las solicitudes para poder rodar en la estación o con uso de la locomotora y una última opción dedicada a el contacto.

A la hora de mencionar una locomotora, para hacerlo más ameno a los niños, principal visitante del museo, se puede tomar de referencia el artículo anónimo de un habitante de Mantova, donde relata la historia de la locomotora 880-006 desde el propio punto de vista de la locomotora. La máquina se va describiendo a si misma con sus características y funciones hasta llegar al punto donde reclama que el sindicato mire por ella para rehabilitarla. (**Locomotive-monumento**)

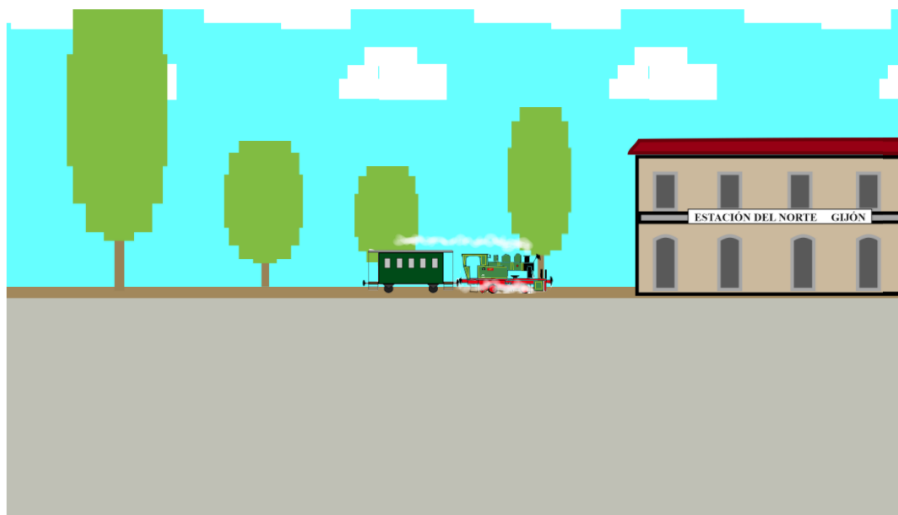
Esta web, habría de poseer un apartado dedicado a la explotación cinematográfica. A día de hoy, son muchos los cineastas que solicitan vagones antiguos para recrear escenas de estación de tren (la serie *Las chicas del cable*, ...). La problemática es que, en la mayoría de los casos, pese a que se intente imitar el uso de una auténtica locomotora a vapor, en la mayoría de los casos se usa una locomotora moderna, diésel, tirando de un vagón histórico. En el caso del Museo del Ferrocarril de Asturias, se cuenta con una estación del siglo XIX, apta para realizar este tipo de escenas con la SAF N°1.

Otra de las propuestas para poner en valor la SAF N°1, es la creación de contenido interactivo útil para los más jóvenes visitantes del museo.

En museos como el Museo Nazionale Ferroviario di Pietrarsa en Nápoles, es común realizar actividades dentro de su recinto, como congresos, espectáculos, recibimientos de gala y desfiles de moda. (Fondazione FS Italiana, 2019)

8.2.4. Videojuego

Una buena forma de interactuar el patrimonio con el espectador, es con la creación de un videojuego.



Consigue que esta locomotora Henschel de 1952, acompañada del coche de viajeros HT RN, llegue a su destino. ¿Cuál será? ¿La Estación del Norte de Gijón o la Nave Polivalente? Para ello, pincha con el cursor en la pantalla y a continuación, usa las flechas de tu teclado de tu ordenador: "Derecha" e "Izquierda" para avanzar y la flecha "Arriba" para saltar.

Try that this Henschel locomotive from 1952, with the HT RN carriage arrive to their destiny. What it will be? North Station of Gijón or Multipurpose Ship? To play, you have to press the screen with the mouse and then, on your keyboard, use the left and right arrows to continue and to push back, and the top arrow to jump.

Fig.77: Videojuego “Locomotora SAF Nº1, Museo del Ferrocarril de Asturias”, en itch.io, 2020.

El videojuego *Locomotora SAF Nº1, Museo del Ferrocarril de Asturias* (Figura 77), se encuentra en la web itch.io. Esta simulación recrea el trayecto actual que recorre entre la Nave Polivalente y la Estación del Norte. La recreación es solamente compatible para ordenadores y para acceder al juego, se ha de buscar el título o en el siguiente link:

<https://alba-sanz-de-la-cal.itch.io/locomotora-saf-n1-museo-del-ferrocarril-de-asturias>

El juego fue compartido en esa dirección web el 20 de noviembre de 2020, registrando 104 visitas hasta el 19 de febrero de 2021. Estos medios son una propuesta válida para el museo, ya que desde la realización del videojuego desde la aplicación *Construct 2* hasta subirlo a la plataforma de Internet, no ha supuesto un gasto económico. La problemática que presenta este tipo de difusión, es la necesidad de un conocimiento previo de programación (véase *Anexo, 11.7. Videojuego “Locomotora SAF Nº1. Museo del Ferrocarril de Asturias”*).

8.2.5. Fotogrametría

La idea de aplicar fotogrametría (Figura 78) sobre la locomotora SAF N°1 ha surgido a raíz de conocer que el Museo del Ferrocarril de Asturias actualmente utiliza la herramienta de modelaje *3DStudio* para simular algunas de las locomotoras presentes en el Museo con el fin de difundir su patrimonio.

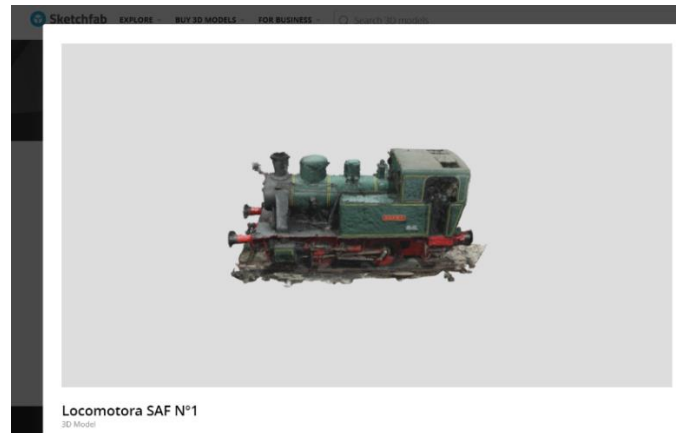


Fig.78: “Locomotora SAF N°1”, en Sketchfab, 2021.

Se ha pensado en la aplicación *Agisoft Metashape Professional* para recrear la locomotora SAF N°1 (véase *Anexo, 11.6. Fotogrametría de la locomotora SAF N°1 y creación de realidad aumentada*). Este método es más eficiente que el anterior programa citado, ya que evita a quien lo utiliza el registro de medidas al milímetro de la locomotora, reduciendo significativamente el tiempo en la realización de dicho modelado.

Para poder realizar un 3D detallado se han de tomar las fotos mientras que la locomotora no está en funcionamiento, no siendo este el caso en la locomotora SAF N°1. El programa *Agisoft Metashape* permite realizar una copia digital del modelo en alta resolución y proporcionado, a diferencia del diseño manual, que exige tener la locomotora original próxima para tomar las correspondientes mediciones de cada detalle de la SAF N°1 y así ser lo más fiel posible al original.

Una vez realizado con *Metashape* y editado con *Blender*, se sube a la plataforma online de Sketchfab desde el propio Blender, ya que la web Sketchfab solo permite un peso del modelo de 50GB y el programa da la posibilidad de compartirlo sobre esta red social con este peso para poder visualizarlo.

Son tres las formas disponibles para poder visualizar el modelo. El primer método es con el escáner de códigos QR (Figura 79), un segundo buscando “Locomotora SAF N°1” y un tercer método con el siguiente link: <https://sketchfab.com/3d-models/locomotora-saf-no1-26ba2c41780145698d0aac4600b11747>. Existe la opción de verlo con gafas de realidad virtual, pulsando el botón de *View in VR*.



Fig.79: Código QR “Locomotora SAF N°1”, en Sketchfab, 2021.

El modelo fue compartido en Sketchfab el 26 de enero de 2021, y a día 19 de febrero de 2021 ha recibido un impacto de visitas total de 93 visualizaciones y dos descargas del modelo.

8.2.6. Realidad aumentada

A su vez, con el anterior modelo fotogramétrico mencionado, se ha creado un modelo de realidad aumentada. Es decir, es posible visualizar la locomotora SAF Nº1 escaneando un código, (diseñado expresamente para este modelo 3D), que permitirá contemplar la locomotora como si estuviese enfrente del espectador, y, a su vez, la persona que esté observando el modelo, podrá mover la cámara de su dispositivo en torno a la pieza para contemplar las diferentes partes de la locomotora *in situ*.

Para subir el modelo a Internet, se ha recurrido a la plataforma *Aumentaty Author* (Creator). Para la creación del código de lectura (Figura 80), semejante al QR, se ha diseñado con Photoshop.

La visualización de este modelo en realidad aumentada (Figura 81) necesita la descarga de la aplicación *Scope Aumentaty*. Una vez abierta, se ha de pinchar sobre la opción ‘‘Entrar como invitado’’, aparecerán diversos logotipos en la parte inferior, se ha de hacer clic sobre el emoticono de la lupa, donde, posteriormente, aparecerá un buscador donde escribir ‘Locomotora SAF Nº1’. Se presiona sobre la imagen de la locomotora y aparecerá todo el contenido. Se dispone a bajar a la parte inferior y se hace clic sobre ‘‘Descargar’’ (si no fuese posible el descargar el proyecto, sería necesario clicar sobre ‘‘Descarga nuestra APP Scope’’). Este proceso será visible en la parte inferior de la pantalla, donde, una vez cargada la descarga, aparece ‘‘Abrir’’, se ha de hacer clic sobre este logotipo y aparecerá otra pantalla, donde se encuentran diversos logotipos en la parte inferior de la pantalla (apartado en negro con logotipos en blanco). Se encuentran tres logotipos, el primero una cámara, el segundo un mapa y el tercero una estrella. El espectador ha de hacer clic sobre la cámara de este apartado y se encontrará un escáner similar al lector de códigos QR, donde, finalmente, podrá ver *in situ* al escanearlo la locomotora SAF Nº1 como si se encontrase en ese lugar físicamente (Figura 81).

Las ventajas de este programa es la no necesidad de imprimir el código para poder visualizarlo y los inconvenientes, es que se ha de subir cada medio año a este programa,

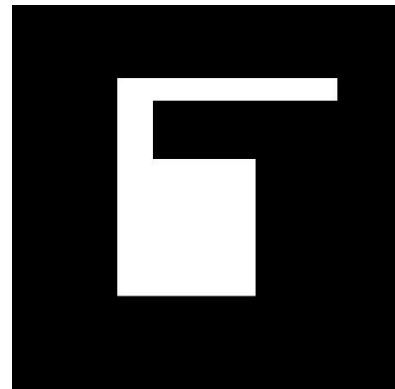


Fig.80: Código Scope ‘‘Locomotora SAF Nº1’’, 2021.

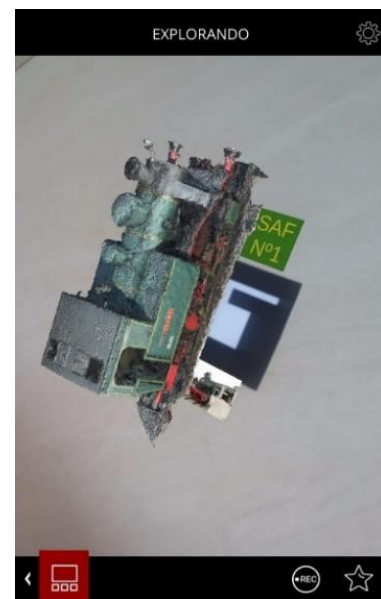


Fig.81: ‘‘Locomotora SAF Nº1’’, en Scope, 2021.

siempre usando el mismo código, ya que, si se quiere una permanencia más duradera, se ha de invertir dinero en su duración en la red.

El proyecto fue colgado en la web el 25 de enero de 2021. Desde ese día al 19 de febrero de 2021, ha recibido 95 visitas.

8.2.7. Recorrido por la Red Ferroviaria de Interés General

Se ha barajado la creación de un recorrido con la locomotora SAF Nº1 como forma de poner en valor la locomotora. Para ello, ha sido necesario un estudio previo tanto de sus características como el entorno, así como las leyes presentes referidas a este patrimonio.

Empezando con las características físicas de la locomotora SAF Nº1, es solo apta para circular por vías de un ancho ibérico (también llamado ancho RENFE, de 1668mm), suponiendo un espacio limitado por dónde podría circular (Figura 82). La SAF Nº1 podría circular por las líneas C-1 (Gijón- Puente de los Fierros), C2 (Oviedo- El Entrego) y C3 (Llamaquique- San Juan de Nieva).

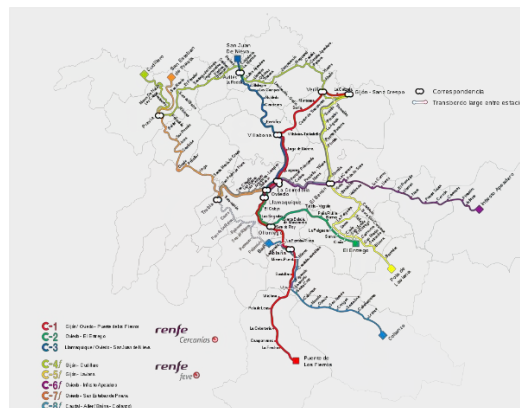


Fig.82: “Mapa geográfico de las líneas de Cercanías en Asturias”, 2018. (Recuperado de: https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/a/ad/Cercanias_Asturias_Geo_2018.svg/1024px-Cercanias_Asturias_Geo_2018.svg.png)

Por otra parte, al depender del ancho de vías, teniendo en cuenta la situación del aislamiento de vías que posee actualmente el Museo del Ferrocarril de Asturias, para ser extraída tanto la locomotora como los coches de pasajeros del museo es necesaria una grúa.

La locomotora no posee un balance estipulado de kilómetros de recorridos hasta ser rellenados de nuevo sus tres tanques (dos laterales y uno debajo del chasis). Al no poseer un tender (vagón extra con agua y carbón) y estar integrado en la propia locomotora, ha de ser repuesto cada cierto periodo de tiempo. La locomotora fue diseñada para soportar grandes cargas de arrastre recorriendo poca distancia, no pensada para transportar pasajeros. Actualmente la SAF Nº1 recorre unos 3km en los viajes que realiza dentro del Museo del Ferrocarril de Asturias sin ser recargado los depósitos de agua, pero el gasto de agua es muy grande a causa de que se producen muchos arranques con mucha expansión de vapor y un recorrido no superior en continuo de 300m. Es decir, a causa de estos arranques y paradas, se gasta mucha más agua que en el caso de producirse estos 3km de continuo sin paradas.

Suponiendo que se realizase dicho recorrido, el ideal sería un trayecto que partiese de la estación Gijón- Sanz Crespo, a escasos metros del Museo del Ferrocarril de Asturias,

pero con la presente problemática de que no hay conexión de vías entre ambos espacios, y teniendo presente el recorrido que aguanta sin rellenar el tanque, por seguridad, sería recomendable no exceder los tres kilómetros, por ello, la estación que se adapta a esas características está a 2km, la parada de Cercanías Calzada de Asturias. Al llegar a este destino ha de recargar los depósitos, ya que, si se quedase sin agua, el resultado sería fatal (Figura 108, en *Anexo, 11.4. Procedimiento de encendido*).

El 29 de octubre de 2020, se hizo público el *Gran Decreto 929/2020, de 27 de octubre, sobre seguridad operacional e interoperabilidad ferroviarias*. Establece, en el *Artículo 71*, que los trenes históricos han de estar catalogados para poder circular por la Red Ferroviaria de Interés General, así como como poseer un certificado homologado de seguridad. La catalogación estará a cargo de la Agencia Estatal de Seguridad Ferroviaria. Asimismo, se clasifica como vehículo histórico todo aquel superior a 30 años de antigüedad, requisito que la SAF Nº1 cumple. No es hasta este Gran Decreto que concede un rango legal a la circulación de trenes históricos sobre la Red Ferroviaria de Interés General. **(BOE, 2020, nº286)**

Asimismo, existen unas tasas, llamadas Cánones Ferroviarios, donde Adif (Administrador de Infraestructuras Ferroviarias) establece unas tarifas en función de sus características. Deben pagar para poder prestar servicio en la Red Ferroviaria de Interés General todas aquellas empresas que deseen utilizar sus infraestructuras, que a su vez varían en función al tipo de tramos de red en los que tiene intención de prestar servicio y la actividad a realizar para adecuarse al tráfico de esas vías. Basándose en estos cánones, la SAF Nº1 estaría clasificada dentro la tipología *Resto de Tipos de Líneas* (es decir, no pertenece a las *Líneas Tipo A*), con un canon de acceso de N1.A., suponiendo un volumen igual o inferior a 0,2 millones de kilómetros por tren durante un año, equivalente a un canon de 13.251,56€ por poseer el permiso para poder utilizar esa línea por un año. Aparte, se ha de estudiar, que, debido a su baja velocidad, el horario recomendable de uso de esta línea es en horario Normal (de 9:30 a 17:59), ya que se tendría que cortar el tráfico en esa línea durante el tiempo de encendido. Clasificado como del tipo C1 (por estar usando una línea de Cercanías) y de VCM (por desarrollarse dentro de un entorno de cercanías), tendría un coste de 0,4040€ por kilómetro, en este caso de 0,8080€ por ser 2km. A esas tarifas, habría que sumar el canon aplicado al seguro de pasajero por servicio de recorrido inferior a 150km, de 0,02€ por persona y viaje. **(Adif, 2016, pp.3-18)**

La estación Calzada de Asturias dispone de unas vías de no tránsito, es decir, para estacionar los trenes durante un largo periodo de tiempo, de aproximadamente 1km. Esto se debe a que no solo circulan por esas vías *Cercanías*, también trenes de alta velocidad *Alvia* con última parada de destino Gijón-Sanz Crespo.

Para que el recorrido fuese fiel, tendría que realizarse en su emplazamiento original, la estación de la Mina La Camocha, donde actualmente las vías han sido desmanteladas y se encuentra en estado de ruina. Por ello, si se diese el caso de que se pretendiese

musealizar la mina, se podría crear un tramo de vía en la estación perteneciente a la mina La Camocha.

9. Conclusiones

Dependiendo del contexto, unas veces puede ser rehabilitación, como en el caso producido mientras la locomotora prestaba servicio en La Camocha, que, cuando una pieza se estropeaba se sustituía por una nueva con el fin de seguir cumpliendo la función original. Y otras, restauración, ya que la locomotora fue trasladada al museo y no cumple la misma función, es decir, ha cambiado de ser una locomotora diseñada y dedicada al transporte de mercancías a un transporte de pasajeros dentro de un museo. Por tanto, aunque se siguen sustituyendo piezas con el mismo fin que el otorgado en la mina, el prestar un servicio, se conserva con el fin de transmitir un mensaje, el de un estilo de vida y ser ejemplo de medio de transporte que cambió por completo el mundo.

El patrimonio ferroviario mueble está pensado para ser un objeto útil y seguro, que ha ido evolucionando en torno a estas cuestiones y es por ello, que cuando el modelo queda obsoleto porque se ha introducido otra locomotora mejor en rendimiento y seguridad, esta cae en abandono o se destina a chatarra, como es la situación de muchas de las locomotoras a vapor que en su día existieron y a día de hoy tienen un valor histórico. Por ello, también surge la cuestión sobre las actuales locomotoras. Ahora no tienen ese valor que poseen las locomotoras a vapor, pero, cuando se implanten unos nuevos modelos estos caerán en abandono, produciéndose la misma situación que con las de vapor. Por esta situación, sería recomendable llevar un control sobre las locomotoras que se eliminan de circulación, conservando las locomotoras de ese modelo en mejores condiciones de conservación y que un día se puedan volver a poner en funcionamiento.

Respecto a las propuestas de conservación, como se ha mencionado anteriormente, el museo depende económicamente de la Fundación Municipal de Cultura y Deporte y Universidad Popular de Gijón. En consecuencia, los presupuestos disponibles para poder llevar a cabo algunas de las propuestas no serán posibles.

La creación de un taller de restauración en el terreno colindante al museo solventaría muchos de los riesgos como el de fuego, al evitar que las restauraciones se produzcan cerca de otros vehículos con madera y la disociación al concentrarse el trabajo en un único espacio y no estar compartiendo el lugar de trabajo con otras locomotoras. De nuevo se encuentra la situación generada con las inversiones hacia el museo.

Respecto a las puertas articuladas, aunque costoso, serían una opción plausible, ya que reducirían los riesgos condicionados por factores atmosféricos exteriores. Por otra parte,

teniendo siempre en cuenta el dejar abiertas secciones cuando se produzcan maniobras, con el fin de que corra el aire evitando la rotura de otros materiales como los cristales.

Cubrir los cristales con una película adhesiva anti UV reduciría considerablemente la irradiación a través de los ventanales situados en la planta superior de la Nave Polivalente, pero, cubrir toda la superficie es una gran inversión.

La colocación de pinchos en toda la estructura de la Nave Polivalente sería bastante efectiva, ya que las aves tienden a colocarse encima de las columnas que sustentan el edificio y no en las propias locomotoras o vehículos que se encuentran en la nave.

Respecto a las propuestas relacionadas con la locomotora, el primer ejemplo mencionado es el uso de lana de roca. Es mejor no implementar este material en la locomotora, ya que, al no producirse un encendido diario, perjudicaría a la envolvente de la caldera, ya que este material solo es beneficioso para una mayor acumulación del calor de la caldera para un mejor rendimiento.

Por el momento, cambiar el hogar de carbón a uno de combustible líquido, no es una opción, ya que supone un gran gasto económico y por el momento, no es una prioridad al disponer de hulla.

Para una mejor conservación de las piezas, una vez desmontadas, la digitalización al 3D con fotogrametría, permitiría una mejor reproducción de estas para su sustitución acompañada de los planos originales, si existen. A su vez, las aplicaciones mencionadas para el modelado de piezas. Y, por otra parte, su uso como difusión, ya que ayuda a entender todos los engranajes que componen la locomotora.

La digitalización de los planos y facturas asociados a la SAF Nº1 ayudarán a su conservación gracias a que no necesitan ser manipulados físicamente evitando disociación y contacto físico que pueda perjudicarlos.

Asimismo, se encuentran las propuestas de puesta en valor. La única que podría haberse llevado a cabo es la creación de eventos que permite Facebook, ya que el museo empezó a crear eventos al poco tiempo de ser sugerido, pudiendo tener un vínculo.

La implantación de Instagram dentro de sus redes sociales podría ser beneficioso, ya que llegaría a un público juvenil más amplio al familiar. Por otra parte, una web que se puede vincular tanto a Facebook como Instagram por donde llevar un seguimiento de las actividades y otros trámites. Siguiendo la dinámica del Museo Nazionale Ferroviario di Pietrarsa, podría generar un público no solo enfocado a los ferrocarriles, sino también una variedad de espectador vinculado a esas actividades, provocando un interés en el Patrimonio Ferroviario.

La creación de videojuegos no solo permite entretener al público, en especial al más joven, sino que también permite recrear escenarios ambientados en la vida pasada de estas locomotoras a vapor, o eléctricas o de diésel. A través de aplicaciones como *Construct 2*, permite diseñar esas simulaciones con escasos conocimientos de programación por la simplicidad del programa. Se pueden subir a la plataforma mundial itch.io que, a su vez, permite ser vinculado a Facebook y a las webs, por dónde se puede compartir y así tener una sección dedicada a mostrar estos escenarios.

Por otra parte, se encuentra la fotogrametría. Una herramienta muy útil, gratuita, perfecta para la difusión del patrimonio mueble ferroviario. Pero no solo útil para la difusión en la web, también para reconstrucción en caso de catástrofe. Al tratarse de objetos de grandes características físicas, es complicado tomar fotos adecuadas para realizar el 3D, ya que es necesario subirse a un piso superior al que se encuentre la locomotora para poder tomar las fotografías de la parte superior.

Con el mismo modelado 3D creado a partir de fotogrametría, se puede asociar a un código, creando realidad aumentada. Esta opción no solo permite contemplar el objeto como si se tuviese delante de la cámara que escanea el código, sino también conocer desde todos los ángulos la locomotora SAF N°1. Este proceso permite visualizar en alta resolución la locomotora en conferencias y en el propio museo mientras que se encuentra en la Nave Polivalente. Posee además la ventaja de que no necesita ser impreso para poder ser escaneado, permitiendo su difusión en las diferentes webs.

La propuesta sobre la creación de una ruta con la SAF N°1 es inviable, ya que poner esta locomotora, que no es adecuada para la circulación por una red ferroviaria de estas características como sería una locomotora Mikado, ya que la SAF N°1 es una locomotora de mercancías y la Mikado de pasajeros. Por otra parte, se encuentra que el gasto generado por usar la Red Ferroviaria de Interés General es superior a 15000€ al año, un dinero del que no se dispone. Es por ello que actualmente se usan vías en desuso dedicadas íntegramente a la circulación de esas locomotoras.

Actualmente, aunque se ha avanzado en dar visibilidad a las locomotoras a vapor, como con el nuevo *Real Decreto 929/2020, de 27 de octubre, sobre seguridad operacional e interoperabilidad ferroviarias*, donde se da por primera vez visibilidad a los trenes históricos, incluyendo su definición, es insuficiente para salvaguardar este patrimonio histórico ferroviario.

10. Bibliografía

Acceso a datos de radiación solar de España, ADRASE. (2020). *Mapa zona península*. Madrid, España. Recuperado de: <http://adrase.com/> (Consultado el 31/12/ 2020)

Administrador de infraestructuras ferroviarias, ADIF. (2016). *Régimen económico y Tributario: Tasas y Cánones Ferroviarios*. Madrid, España. Recuperado de http://www.adif.es/es_ES/conoceradif/doc/CA_DRed_Capitulo_6.pdf (Consultado el 20/1/2021)

Agencia Estatal de Meteorología, AEMET. (2020). *Resúmenes climatológicos. Principado de Asturias*. Madrid, España. Recuperado de http://www.aemet.es/es/serviciosclimaticos/vigilancia_clima/resumenes?w=1&datos=-1&n=2&k=ast (Consultado el 1/10/2020)

Archivo del Museo del Ferrocarril de Asturias. Documentos asociados a la locomotora SAF Nº1

Asociación Española de Normalización y Certificación, AENOR. (2012). UNE-EN ISO 9223:2012. Madrid, España. Recuperado de <https://www.aenor.com/normas-y-libros/buscador-de-normas/une/?c=N0048941> (Consultado el 18/12/2020)

Agrupación De Ferrocarriles Históricos Españoles (AFCHE). (2017) *Normas de referencia técnicas y de seguridad para la explotación de Ferrocarriles Históricos*. Edición 1 Revisión 1.

ALACERO. (Sin fecha) *Corrosión*. Recuperado de <http://www.arquitecturaenacero.org/uso-y-aplicaciones-del-acero/soluciones-constructivas/corrosion> (Consultado el 23/09/2020)

Associació Reconstrucció Material Ferroviari. (2012). *Locomotora Vapor NORTE 2723 (Verraco)*. Recuperado de http://www.armf.net/es/rest_fitxa.php?codi=9 (Consultado el 7/10/2020)

Ayuntamiento de Gijón. (2013). *La calidad del aire en Gijón. Niveles de inmisión de contaminantes atmosféricos*. Servicio de protección del Medio Ambiente (p.9-12; 20-24). Recuperado de <https://drupal.gijon.es/sites/default/files/2019-03/Memoria%20Red%20Aire%202013.pdf> (Consultado el 15/09/2020)

Ayuntamiento de Gijón. (2014). *La calidad del aire en Gijón. Niveles de inmisión de contaminantes atmosféricos*. Servicio de protección del Medio Ambiente (p.10-26). Recuperado de <https://drupal.gijon.es/sites/default/files/2019-03/Memoria%20Red%20Aire%202014.pdf> (Consultado el 15/09/2020)

Ayuntamiento de Gijón. (2015). *La calidad del aire en Gijón. Niveles de inmisión de contaminantes atmosféricos*. Servicio de protección del Medio Ambiente. Recuperado de <https://drupal.gijon.es/sites/default/files/2019-03/Memoria%20Red%20Aire%202015.pdf> (Consultado el 15/09/2020)

Ayuntamiento de Gijón. (2019). La calidad del aire en Gijón. Niveles de inmisión de contaminantes atmosféricos. Servicio de protección del Medio Ambiente (p.10-26). Recuperado de <https://drupal.gijon.es/sites/default/files/2020-06/Memoria%20Red%20Aire%202019.pdf> (Consultado el 18/09/2020)

Cabo, J. V. (2019). *La Camocha- La Historia de la Mina*. Recuperado de https://www.youtube.com/watch?v=S975XPaK6xA&ab_channel=JuanVicenteCaboStroup (Consultado el 20/09/2020)

Consejería de Fomento, Ordenación del Territorio y Medio Ambiente. (2014). *Plan de mejora de la calidad del aire en la aglomeración de Gijón ES0304*. Oviedo, España. Recuperado de: <https://www.puertogijon.es/wp-content/uploads/2017/02/24.-Plan-de-Calidad-del-Aire.pdf> (Consultado el 15/10/2020)

Cortes Generales. (2018). *Diario de sesiones del Congreso de los Diputados: Proposición no de Ley (PNL) Relativa a los ferrocarriles históricos. Presentada por el Grupo Parlamentario Socialista. (Número de expediente 161/003090)*. Sesión nº35. Fomento.

DAMPFLOKWERK MEININGEN. (NF). *Dampfloks*. Meiningen, Alemania. Recuperado de <https://www.dampflokwerk.de/en/dampfloks/> (Consultado el 25/10/2020)

DENSO WEVE INCORPORATED. (2020). *Generador QR-Code*. Recuperado de <https://www.qrcode.es/es/generador-qr-code/> (Consultado el 10/09/2020)

Escuela Politécnica Nacional. (Sin fecha). *Corrosión y degradación de los metales*. Recuperado de <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/2771/1/CD-0553.pdf> (Consultado el 15/07/2020)

European Federation of Museums & Tourist Railways. (2005). *Carta de Riga*. Asamblea general de FEDECRAIL. Anse (Francia). Traducida por Manuel Muriel. Recuperado de http://www.ferrocaib.org/wp-content/uploads/2013/11/carta_de_riga_v10es.pdf (Consultado el 17/07/2020)

EURO INOX. (2010). *El acero inoxidable en contacto con otros materiales metálicos*. Recuperado de http://www.bonnet.es/EuroInox/Contact_with_Other_SP.pdf (Consultado el 15/09/2020)

Fernández López, J. (2004). *El ferrocarril minero de Veriña a La Camocha*. Revista de historia ferroviaria, Año1, Número 1, mayo 2004, (1), 35-91. TREA: Gijón, España

Fernández López, J. (2013). *Locomotoras a vapor: País Vasco*. Gijón, España. Recuperado de <http://www.locomotoravapor.com/euskadi.htm> (Consultado el 15/09/2020)

Ferrovarius. (2017). *Ficha técnica- Locomotora de vapor RENFE 141F Mikado*. Recuperado de <https://jvgtech.wixsite.com/ferrovarius/post/2017/04/29/ficha-t%C3%A9cnica-locomotora-de-vapor-renfe-141f-mikado> (Consultado el 15/10/2020)

Fondazione FS Italiane. (2019). *Padiglione A. Sala Locomotive A Vapore*. Roma, Italia. Recuperado de <https://www.fondazionefs.it/content/fondazionefs/it/esplora-il-museo/organizza-evento/padiglione-A.html> (Consultado el 10/01/2021)

Freunde Der Historischen Hafenbahn e. V. (2004). *Dampflok Hobum 1 (Hobum) Tender – Dampflokomotive Bauartreihe L 22.15 Fabriknummer 23485, Betriebsnummer 1*. Hamburg, Alemania. Recuperado de <http://www.historische-hafenbahn.de/fahrzeuge/triebfahrzeuge/hobum.html> (Consultado el 17/07/2020)

Fundación de los Ferrocarriles Españoles. (FFE). (2016). *Plan de Identificación, Protección y Puesta en valor del Patrimonio Histórico Cultural Ferroviario*. Madrid, España. Recuperado de https://www.ffe.es/patrimonio/pdf/Plan_PHCF.pdf (Consultado el 15/07/2020)

Fundación Municipal de Cultura, Educación Y Universidad Popular. (2013). *Reposición de tubería y revisión reglamentaria tipo c de caldera de locomotora SAF-1 nº1241 del "tren del museo"*. Gijón, España. Recuperado de https://sedeelectronica.gijon.es/multimedia_objects/download?object_type=document&object_id=141344 (Consultado el 17/07/2020)

Getty Conservation Institute. *Evaluación para la conservación: modelo propuesto para evaluar las necesidades de control del entorno museístico*. Getty Conservation Institute, California, 1998, versión 9/99.

Gobierno del Principado de Asturias. (2017). *Plan de mejora de la calidad del aire en la aglomeración área de Gijón ESO309*. Oviedo, Asturias. Recuperado de <http://movil.asturias.es/medioambiente/articulos/ficheros/PLAN%20DE%20MEJORA%20DE%20LA%20CALIDAD%20DEL%20AIRE%20EN%20GIJON%20DICIEMBR E%202013.pdf> (Consultado el 16/08/2020)

Gobierno Vasco. (2020). *Locomotora de vapor Echeverría*. Bilbao, España. Recuperado de <https://apps.euskadi.eus/emsime/catalogo/museo-museo-vasco-del-ferrocarril-/autoria-henschel-kassel-/titulo-locomotora-de-vapor-echeverria/objeto-locomotora-/ciuVerFicha/museo-23/ninv-D/00011> (Consultado el 17/07/2020)

Google Maps. (2020a). *Vista aérea del entorno a el Museo del Ferrocarril de Asturias*. Recuperado de <https://www.google.com/maps/@43.5426883,-5.6740828,949m/data=!3m1!1e3> (Consultado el 15/09/2020)

Google Maps. (2020b). *Vista aérea de Gijón*. Recuperado de <https://www.google.es/maps/@43.5410996,-5.6779296,11626m/data=!3m1!1e3> (Consultado el 15/10/2020)

- Google Maps.** (2020c). Vista aérea del Museo del Ferrocarril de Asturias. Recuperado de <https://www.google.com/maps/search/https:%2F%2Fwww.google.com%2Fmaps%2F@43.5426883,-5.6740828,949m%2Fdata%3D!3m1!1e3/@43.5401337,-5.6764526,518m/data=!3m1!1e3> (Consultado el 3/02/2021)
- GW Railwayana Auctions.** (2017). Recuperado de <https://www.gwra.co.uk/auctions/henschel-cast-brass-worksplate-nr-28744-1952-hensc-2017jul-0328.html> (Consultado el 30/10/2020)
- Harzer Schmalspur Bahnen.** (NF). *So erfahren sie den Harz!* Recuperado de <https://www.hsb-wr.de/Unternehmen/Wir-ueber-uns/> (Consultado el 25/10/2020)
- Higueras Muñoz, M.** (2020). *Conferencia: Aplicaciones de Modelado Digital e Impresión 3D en el Patrimonio Cultural.* IV Jornadas Profesionales de Restauración, Universidad de Granada.
- International Centre for the Study of the Preservation and Restoration of Cultural Property, ICCROM.** *Guía de Gestión de Riesgos para el Patrimonio Museológico.* Canadian Conservation Institute, Canadá, 2016.
- Industria Cultura y Naturaleza, Asociación de Arqueología Industrial, INCUNA.** (2020). *Ponencia Javier Fernández López. XXII Jornadas Internacionales INCUNA 2020.* Gijón, España. Recuperado de https://www.youtube.com/watch?v=iIAWvXKsPWs&ab_channel=IncunaAsociaci%C3%B3ndeArqueolog%C3%ADaIndustrial (Consultado el 15/09/2020)
- Iturralde, M.** (2015). *Vuelco a la historia. Expertos sitúan el primer ferrocarril de España enterrado en Arnao.* Recuperado de <https://treneando.com/2015/03/22/vuelco-a-la-historia-expertos-aseguran-que-el-primer-ferrocarril-de-espana-sigue-enterrado-en-arnao/> (Consultado el 25/09/2020)
- Jotun.** (2020). *Ficha técnica: Tankguard 412.* Recuperado de https://www.jotun.com/Datasheets/Download?url=%2FTDS%2FTDS_2063_Tankguard+412_Esp_ES.pdf (Consultado el 7/07/2020)
- Kigawa, R. y Strang, T.** (2009). *Combatiendo las plagas del patrimonio cultural.* Ottawa, Canadá: Canadian Conservation Institute. Traducción al español por ICCROM (2009)
- La Nueva España.** (2021). Los ecologistas alertan de aumento de contaminación por la activación del sinter. Recuperado de: <https://www.lne.es/gijon/2021/01/09/ecologistas-alertan-aumento-contaminacion-activacion-27209897.html> (Consultado el 10/01/2021)
- León Delestal, J. y Yovagar Luanco.** (2015). *La mina y la mar.* Recuperado de https://www.youtube.com/watch?v=XKbqYy8yZDI&ab_channel=yovagarLuanco (Consultado el 12/09/2020)
- Ley 1 de 2001.** Patrimonio Cultural. 6 de marzo de 2001. D.O.No. BOPA nº75

Locomotive-monumento. Recuperado de <http://www.trenieferrovie.it/880-mantova.asp>
(Consultado el 15/01/2021)

Marcon, P. (2009). *Fuerzas físicas*. Ottawa, Canadá: Canadian Conservation Institute. Traducción al español por ICCROM (2009)

Martín Aguirre, E. (2013). *Las rotondas de Ciudad Real: el antiguo cubato de agua. El Sayón*. Ciudad Real, España. Recuperado de <http://elsayon.blogspot.com/2013/09/las-rotondas-de-ciudad-real-el-antiguo.html>
(Consultado el 20/07/2020)

Michalski, S. (2009). *Escala ABC*. Canadian Conservation Institute, Madrid.

Michalski, S. (2009a). *Escala logarítmica de intensidad de luz (lux)*. Recuperado de https://www.researchgate.net/figure/Figura-9-Escala-logaritmica-de-intensidad-de-luz-lux-Michalski-2009_fig6_292156058 (Consultado el 15/01/2021)

Michalski, S. (2009b). *Humedad Relativa Incorrecta*. Ottawa, Canadá: Canadian Conservation Institute. Traducción al español por ICCROM (2009)

Michalski, S. (2009c). *Luz visible, radiación Ultravioleta e Infrarrojo*. Ottawa, Canadá: Canadian Conservation Institute. Traducción al español por ICCROM (2009)

Michalski, S. (2009d). *Temperatura Incorrecta*. Ottawa, Canadá: Canadian Conservation Institute. Traducción al español por ICCROM (2009)

Ministerio de Cultura y Deporte. (2016). *Plan Nacional de Patrimonio Industrial*. Madrid, España. Recuperado de https://oibc.oei.es/uploads/attachments/172/patrimonio_industrial.pdf (Consultado el 30/07/2020)

Ministerio de Cultura y Deporte. *SAF Nº1*. Red Digital de Colecciones de Museos de España. Recuperado de <http://ceres.mcu.es/pages/ResultSearch?txtSimpleSearch=SAF%20N%BA%201&simpleSearch=0&hipertextSearch=1&search=simple&MuseumsSearch=&MuseumsRolSearch=1&listaMuseos=null> (Consultado el 17/07/2020)

Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. (2020). *Normativa española*. Madrid, España. Recuperado de <https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/atmosfera-y-calidad-del-aire/calidad-del-aire/normativa/normativa-espanola.aspx> (Consultado el 7/11/2020)

Muñoz Portero, J.M. (2011). *Características y usos de los diagramas de Pourbaix*. Universidad Politécnica de Valencia, España. Recuperado de <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/13708/Caracter%25C3%25ADsticas%2520y%2520usos.pdf?sequence=3> (Consultado el 20/09/2020)

Muñoz Viñas, S. (2004). *Teoría contemporánea de la Restauración*. Madrid, España: Editorial Síntesis. Recuperado de https://www.academia.edu/36293739/VINAS_Salvador_Munoz_Teoria_Contemporanea_de_la_Restauracion_pdf (Consultado el 15/06/2020)

Museo Ferroviario Pablo Neruda. (2021). Recuperado de <https://www.instagram.com/museoferrovariopablo/?igshid=1idwcdc8st8ou> (Consultado el 10/01/2021)

Navarrete Cueva, E.F. (2007). *Corrosión y degradación de los materiales*. Escuela Politécnica Nacional. Quito, Ecuador. Recuperado de <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/2771/1/CD-0553.pdf> (Consultado el 19/09/2020)

Olona, J., López-Fernández, C., Fernández-Viejo, G. y Llana-Fúnez, S. (2018). Caracterización Geofísica de la zona de la falla en la Falla de Ventaniella (Ventaniella, Cordillera Cantábrica). *Resúmenes de la 3ª Reunión Ibérica sobre Fallas Activas y Paleosismología*, (pp. 179-182). Alicante, España: Iberfault. Recuperado de https://eprints.ucm.es/59835/1/Volumen_comunicaciones_Iberfault_2018_web.pdf (Consultado el 15/11/2020)

Rafael Márquez Moro Y Cia S.A. (2020). *Compatibilidad de metales: la corrosión galvánica*. Barcelona, España. Recuperado de <http://www.rmmcia.es/blog/laton-y-cobre/compatibilidad-de-metales-la-corrosion-galvanica> (Consultado el 15/08/2020)

Real Decreto 929/2020 de 2020. Sobre seguridad operacional e interoperabilidad ferroviarias. De 29 de octubre de 2020. B.O.E. No. 286

Sanz de la Cal, A. (2020a). *Cabina de la SAF N°1 en funcionamiento. Museo del Ferrocarril de Asturias*. Recuperado de https://www.youtube.com/watch?v=3nRmCHhtDI0&ab_channel=AlbaSanz (Consultado el 29/10/2020)

Sanz de la Cal, A. (2020b). *Locomotora SAF N°1, Museo del Ferrocarril de Asturias*. Videojuego. ITCH.IO. Recuperado de <https://alba-sanz-de-la-cal.itch.io/locomotora-saf-n1-museo-del-ferrocarril-de-asturias> (Consultado el 20/11/2020)

Sanz de la Cal, A. (2020c). *Maniobra. 13 de agosto de 2020. Museo del Ferrocarril de Asturias*. Recuperado de https://www.youtube.com/watch?v=547MyKIrpeo&ab_channel=AlbaSanz (Consultado el 29/10/2020)

Sanz de la Cal, A. (2020d). *Movimiento de las bielas en la SAF N°1. Museo del Ferrocarril de Asturias*. Recuperado de https://www.youtube.com/watch?v=5NmWZ-9OQ3Y&ab_channel=AlbaSanz (Consultado el 29/10/2020)

Sanz de la Cal, A. (2020e). *SAF Nº1 en funcionamiento. 18 de agosto de 2020. Museo del Ferrocarril de Asturias*. Recuperado de https://www.youtube.com/watch?v=IzVBGB0O4kU&ab_channel=TFautomotrizLiberia (Consultado el 29/10/2020)

Sanz de la Cal, A. (2021). *Locomotora SAF Nº1*. 3D. Sketchfab: <https://sketchfab.com/3d-models/locomotora-saf-no1-26ba2c41780145698d0aac4600b11747> (Consultado el 26/01/2021)

Saper fare nei musei. (2010). *Conservazione preventiva e controllo microclimatico nel contesto degli standard museali*. Siena, Italia. Recuperado de <https://www.regione.toscana.it/documents/10180/70936/Conservazione%20preventiva%20e%20controllo%20microclimatico%20nel%20contesto%20degli%20standard%20museali/a7e39bf9-ec68-4c13-87a9-a14902c75eec> (Consultado el 10/01/2021)

Sociedad Anónima Felgueroso. (1954). *Principales características de la locomotora marca 'Henschel'*. Mina La Camocha.

Stewart, D. (2009). *Fuego*. Ottawa, Canadá: Canadian Conservation Institute. Traducción al español por ICCROM (2009)

Tétrault, J. (2009). *Contaminantes*. Ottawa, Canadá: Canadian Conservation Institute. Traducción al español por ICCROM (2009)

Tremain, D. (2009a). *Agua*. Ottawa, Canadá: Canadian Conservation Institute. Traducción al español por ICCROM (2009)

Tremain, D. (2009b). *Robos y vandalismo*. Ottawa, Canadá: Canadian Conservation Institute. Traducción al español por ICCROM (2009)

Waller, R. y Cato, P. (2009). *Disociación*. Ottawa, Canadá: Canadian Conservation Institute. Traducción al español por ICCROM (2009)

Wells, D. (2015). *How a steam locomotive works. A new guide*. Editorial. Ian Allan Publishing

11. Anexos

11.1. Planos disponibles

En el archivo del museo se encuentran planos originales y otros realizados en Ponferrada de las intervenciones de la locomotora. Gracias a este registro, se puede recurrir a ellos en caso de restauración.

- Mapas de piezas: realizados por E. Martínez M; Minero Siderúrgica de Ponferrada. SA La Camocha
- Cojinete principal, plano 13-5-1970. Lo. 21/617 Material BRONCE Modelo nº271 Carpeta nº34 r6
- Segmento para cilindros, 9-11-1973, lo 53/1416 r.20
- Tubos de acero estirado, 9-11-73, Lo. 52/1415 r.20
- Virotillo y tubo caldera, 11-6-54. Lo 7/376 R.4. Nº1238-3
- Instrucciones de uso
- Aparato de engrase Friedmann
Carpeta Henschel:
- Virotillo y tubo para caldera
- Macho de purga: año 1958
- Gráfico de la caja de fuegos (hogar), 1960, tubos en rojo cambiados en 1964
- Parrilla lateral, plano de 1964
- Perfilado puerta del hogar, sin año
- Junta para llave de purga, plano 1955
- Macho, del engrasador general
- Tapón registro tubería inyección agua, año 1956, acero
- Tapa fusibles, metal
- Protección de tubo a nivel, vidrio blindado
- Macho de purgas, metal
- Tornillo de ballestas, 4-4-1959, acero
- 1 Casquillo bronce, para presansaestopa locomotora n2
Planos originales máquina
- Planos muñequillas de los modelos de la locomotora, 1970
- Cojinete pie de biela acoplada izq, bronce, 1960
- Cojinete pie biela acoplada derecha, hay cambios de medidas, 3cm en un par de sitios, 1960
(Se taparon con pintura y se pusieron con boli, reparación de 1960)
- Virotillo para la caldera. Cobre. 1957
- Parrilla lateral, h/fundido, 1964
- Planos originales: 30 junio 1954
- Planos “cojinete de la cabeza posterior, biela de acoplamiento”
- Casquillo para la biela de excéntrica

- Cojinete cabeza del pie de la biela motriz, partes derecha e izquierda, 30 jun 1954
- Cojinete cabeza de biela motriz, 30 jun 1954
- Planos, reparación en rojo: cambio de cojinetes=febrero y marzo de 1960. Derecha, cambios de lateral de 130cm a 126,5cm (más cambio de medidas)
- Bulón para articulación del freno, año 57
- Instrucciones para volver a sellar los pernos de expansión Henschel
- Segmento del pistón de freno, 57
- Macho paso vapor para el pito, año 56
- Abrazadera de ballesta, 1956
- Válvula de inyector de agua, 1955
- Válvula de purga, 1956 (tornillo de acero, purgas acero y bronce) 2 casquillos válvula purga, bronce)
- Cojinete corredera carro de biela, bronce, 1956
- Válvula retención en el inyector, bronce, 1956
- Válvula maniobra de freno, bronce, 1961
- Tensor y tuerca de la ballesta, acero
- Bulón del tensor de ballesta, acero, 1955
- Válvula de pito, latón
- Bulones articulaciones cambio de marcha, acero,
- Manillas, ebonita, 1955
- Zapata, freno de locomotora de vapor,
- La Camocha 8-1-53
- Cojinete principal, bronce
- Cojinete principal, modelo 271, 31-5-57

(pone que se deje como estaba antes, en rojo los puntos antiguos)

- Fecha de prueba por la Renfe: 18 de abril de 1974
- Pedidos
- Originales, plano nº34
- Parrilla lateral, 23-4-6 (h/fundido)
- Tornillo válvula del ventilador, latón, 22-2-56
- Válvula maniobra, de freno, bronce, 16-3-61
- Reparación, gráfico de la caja de fuegos
- Cojinete pie de biela acoplada izquierdo, bronce, 13-2-60
- Cono de fusor de la inyección, 13-8-59
- Virotillo de la caldera, cobre, 27-6-57
- Bulón para articulación del freno, acero, 14-2-57
- Segmento del pistón de freno, h/fundido, 14-2-57
- Válvula de inyector de agua, bronce, 13-10-55

- válvula de inyector de agua, bronce, 14-8-56
- Macho paso vapor para el pito, bronce, 7-5-56
- Cojinete de la corredera cano de biela, bronce, 7-5-56
- Válvula contención en el inyector, bronce, 7-5-56
- Válvula de purga, acero y bronce, 9-3-56
- Abrazadera de ballesta, acero, 13.1.56
- Cilindro, vástago y segmento, acero y hierro/f 23-1-56
- Tirante de ballesta, 10-4-56 acero
- Ballesta, acero de 90x10, 10-1-56
- Cojinete del pie de la biela motriz, bronce, 21-3-56

11.2. Restauración de 1994

La primera restauración se llevó a cabo al poco de su ingreso en el Museo (Figura 83), por la escuela taller. Tras realizar un estudio previo, se llegó a establecer un plan de trabajo.

Para restaurar este tipo de material se necesita previamente desmontar todas las piezas (Figura 84) y restaurarlas individualmente para su posterior funcionamiento.



Fig. 83: Locomotora antes de ser restaurada, 1994.



Fig. 84: Desmontaje de la caldera, 1994, Museo del Ferrocarril de Asturias.

El mayor cambio que ha sufrido en esta restauración, es la creación de una nueva caldera partiendo de los planos originales disponibles (Figura 84), ya que la original de fábrica no era segura para su puesta en funcionamiento por su gran deterioro.

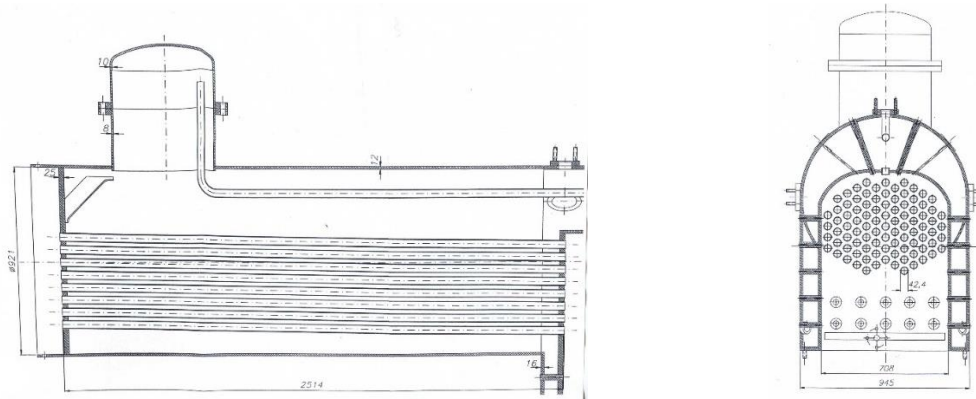


Fig. 85: Perfil y frontal de la caldera, 1966, Museo del Ferrocarril de Asturias.

Por otra parte, se ha reconstruido totalmente el tubo de salida Gestra (Figura 86), en el mismo periodo de tiempo que se está fabricando la caldera. A su vez, se van puliendo y restaurando el resto de piezas (Figura 87), para una vez que ingrese la caldera en el Museo del Ferrocarril de Asturias, se proceda a la colocación de estas piezas.

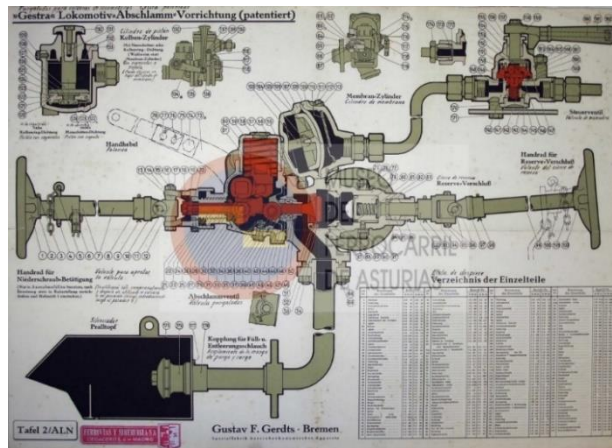


Fig. 86: Tubo de salida Gestra, 1950, Museo del Ferrocarril de Asturias.



Fig. 87: Montaje de la locomotora, 1995, Museo del Ferrocarril de Asturias.



Fig. 88: Montaje de la nueva caldera, 1995, Museo del Ferrocarril de Asturias.

Una vez que la caldera ha sido fabricada, se coloca en la máquina (Figura 88). Más tarde, el 24 de noviembre de 1995 se realizó el primer encendido para comprobar que todo estaba a punto para poner en funcionamiento finalmente la locomotora (Figura 89). Es después de este procedimiento, cuando se puede proceder a pintar la locomotora (Figura 90) y se ponen las últimas piezas (como las ventanas, etc) en la SAF Nº1.



Fig. 89: *Primera puesta en funcionamiento*. 1995, Museo del Ferrocarril de Asturias.



Fig. 90: *Pintando la SAF Nº1*, 1995, Museo del Ferrocarril de Asturias.

Para la realización de la *Ficha de restauración*, se ha seguido el modelo aportado por el Museo del Ferrocarril de Asturias, que, actualmente es el modelo utilizado en su acervo. Esta ficha se ha realizado a partir de los diversos documentos que se encuentran en el archivo del Museo del Ferrocarril de Asturias, donde constan diversas facturas conservadas desde su ingreso en la mina La Camocha hasta la última restauración.

FICHA DE RESTAURACIÓN: 001/1994					
1. IDENTIFICACIÓN					
Número de inventario:	1362	Número de registro:	341	Tipo:	020 WT
Denominación:	<i>SAF Nº1</i>				
Naturaleza:	Locomotora a vapor				
Dimensiones:	largo: 6800 mm	ancho: 2740 mm		Alto: 3100 mm	
ancho de vía: 1674 mm			peso: 26000 kg (estimado)		

Otros datos de interés: Dos ejes.

Diámetro de las motrices: 790mm

Procedencia actual: Mina La Camocha (Gijón)

Taller: Henschel & Sohn (Kassel, Alemania)

Distribución exterior: Walschaerts

Año de fabricación: 1952

Freno: De estacionamiento y de vapor

2. EVOLUCIÓN HISTÓRICA Y VALORACIÓN

SAF Nº1 / Mina La Camocha. Ingreso 29-dic-1994.

3. ESTADO PREVIO DE CONSERVACIÓN Y RESTAURACIONES ANTERIORES

Bajo techo en una nave en La Camocha, protegida del agua, desde que dejó de prestar servicio en la Mina de La Camocha. No hay grandes daños de corrosión (a excepción de la cabina y tanques laterales, ya corroídos en la época de servicio). La locomotora no ha sufrido explosivos a causa de su constante vigilancia. Pero tenemos que tener en cuenta que, la válvula de seguridad fue desmontada para repuestos de un compresor, ya no eran las originales.

Durante su servicio en la Mina, se realizaron múltiples tareas de mantenimiento, con el fin de que la máquina siguiese en funcionamiento. Para ello, se trasladó a Ponferrada, para realizar diversas rehabilitaciones.

El 25 de marzo 1954, hacen pedido a Ponferrada, necesitan 25 tubos de calefacción, acero estirado.

El 24 de abril de 1954, se hace el pedido nº1480 a Ponferrada por tubos de calefacción.

El 2 de febrero de 1956, se hace un pedido de los émbolos de vástago y segmentos (parte derecha e izquierda); presentando el plano ‘‘ Cilindro, vástago y segmento, acero y hierro, 23-2-56’’

Se hizo un pedido de La Camocha a Siderurgia de Ponferrada SA, el 10 de noviembre de 1973, un pedido de tubos de acero estirado Lo 52/1415, segmentos para cilindros 10-53/1415 y metro de barra de cobre.

Se consta de estas reparaciones realizadas en Ponferrada, durante el servicio prestado en La Camocha, por los documentos conservados en la Mina de La Camocha, cedidos posteriormente al museo.

4. TRATAMIENTO PROPUESTO

OBJETIVOS GENERALES:

Se propone rehabilitación completa para poner en estado de servicio.

DETALLE DE LOS TRABAJOS A REALIZAR:

Orden de trabajo estimado:

- 1. Desmontar todas las piezas que se puedan dañar en la restauración: Vidrios, cobre, bronce, ...**
- 2. Desmontar la locomotora.**
 - Desmontar las sujeciones de la caldera a bastidor para su posterior separación total (con tubos de admisión y escape, tubos de sopladores y engrasadores). Soltar cuatro tuercas por cada lado bajo el cajón de fuegos.
 - Separar techo de la cabina.
 - Separar de todos los elementos auxiliares, se evaluará su estado de conservación y se embalará correctamente para su correcto transporte hasta la empresa que ha de construir la caldera: columna de grifería, tubo de nivel con su grifería, grifos de prueba de nivel (dos) y válvulas de retención. El resto de los elementos auxiliares, deberán ser revisados y en su caso, reparados: robinete de freno, robinete de areneros, inyector derecho e izquierdo, engrasador de condensación.
 - Se efectuará una relación de las juntas especiales y precisas para las conducciones de vapor desmontadas.
- 3. Tareas mientras se reconstruye la caldera.**
 - Desmontaje de placas de número y constructor.
 - Desmontaje de placas de latón, para posterior colocación
 - Desmontaje de placas de aluminio, se evalúa su estado.
 - Desmontaje tapas frontales de los cilindros: finalidad evaluar estado interior. Engrasado interior con ACEITE TUCÁN 250, y se volverán a tapar con el máximo cuidado para reintegrar estanqueidad.
 - Limpieza profunda con la máquina Karcher de la locomotora. Se desmontarán las tapas de los engrasadores de bielaje. Se limpiará manualmente el interior. Se extraerán las mechas de engrase (de lana natural). Para los tanques, retirar tapa inferior del tanque inferior, aflojar tuercas prolongando las palancas de la lleve.
 - Limpiar a mano de tanques en el interior y exterior con espátula, cepillo de alambre o material similar, eliminando restos de cascarilla.
 - Construir tapón de lavado del tanque inferior.
 - Esmerilar cordones soldadura carbonera derecha (superior).
 - Verificar el funcionamiento de los transmisores.
 - Se engrasan con aceite SAE 30 o similar las piezas que han de estar lubricadas normalmente, en especial: Vástagos de los pistones, resbaladeras de la crucera, todas las articulaciones de las bielas, articulaciones de la timonería de freno y husillos de ganchos de tracción.
 - Se limpiaron tanques de agua en busca de cal, restos de óxido, suciedad, ...Se aplica el tratamiento y se pinta.
 - Se revisará toda la tubería. Aquel material defectuoso, se sustituirá por uno de las mismas características, tanto en tamaño como en material.
 - Reponer paños dañados en los tanques de agua, soldando recortes de chapa nueva y repasando después las soldaduras.
- 4. Zonas de chapa deteriorada, reparaciones:**
 - Desgarros en laterales, desperfectos en cabina, cubiertas frontales de cilindros. Se evaluará el estado actual de las envolventes. Se usará como plantilla las dañadas para crear unas nuevas que las sustituyan, así como los cinchos.

<ul style="list-style-type: none">○ Se reconstruirá totalmente el tubo de salida de Gestra. <p>5. Reponer paños dañados en los tanques de agua, soldando recortes de chapa nueva y repasando después las soldaduras.</p> <p>6. Se sustituirá completamente el techo de la cabina y sanear el resto.</p> <p>7. Tareas a realizar tras la instalación de la caldera:</p> <ul style="list-style-type: none">○ Unir la caldera al bastidor y el techo de la cabina, se empalmarán con juntas los tubos de admisión y escape.○ Prueba de encendido. <p>8. Envolventes</p> <ul style="list-style-type: none">○ Envolventes: se hará un saneamiento de la chapa y se eliminarán huellas de soldadura. <p>9. Preparación para pintura de chapa de caja</p> <ul style="list-style-type: none">○ Limpieza en profundidad con desengrasante en toda la máquina.○ Saneamiento general chapa, y zonas oxidadas saneamiento mecánico.○ Proteger maderamen de suelo para evitar manchas de pintura.○ Zonas de difícil acceso, puntos de oxidación: Convertidor de óxido alta calidad○ Proteger bajos encintando y con papel.○ Aplicar a pistola una capa de imprimación a toda la chapa. Polivalente de color gris.○ Lijado completo y aplicación de pintura al poliuretano de dos componentes.○ Negro anticalórico de alta calidad, hasta 500°C (cuerpo cilíndrico, chimenea, cilindros y zona en contacto con vapor o fuente de calor).○ Componentes como el bastidor, toperas, ... poliuretano 2 componentes acabado brillo.○ CABINA+TANQUES+ENVOLVENTES= protegerán oxidación con imprimación, posterior pintura poliuretano de dos componentes o similar de dureza y acabado.○ Saneamiento caja de humos y chimenea. Aplicación imprimación anticalórica y pintura negra anticalórica.○ Evitar uso de emplastes, cementos, etc. Ya que se pueden desprender con el calor, la humedad y las vibraciones.○ Saneamiento de bielaje, bielias en rojo han de volver a quedar así. <p>10. Freno:</p> <ul style="list-style-type: none">○ Sistema de freno: freno directo de vapor, actúa sobre cuatro zapatas. A causa tiempo inactivo, se encuentra agarrotado fuertemente, procedemos a desmontar el cilindro de freno y dejarlo en estado funcional. Repasaremos también toda la timonería y el freno de estacionamiento. <p>11. La caldera:</p> <ul style="list-style-type: none">○ Posee hogar de cobre, palastros unidos por roblones férricos, produjo fuerte oxidación electrolítica, dejó las uniones prácticamente inútiles○ Estado general caldera: no parece en malas condiciones, a excepción el hogar y las placas tubulares. Hacer nuevo hogar, no es imprescindible romper los actuales tubos de humo, con lo que únicamente se aprovecharía el cuerpo cilíndrico.
5. TRATAMIENTO EFECTUADO
Fecha inicio de los trabajos: diciembre 1994
Partes metálicas: sometidas chorreado. Pintura general a poliuretano 2 compuestos, aplicado a pistola al menos 2 capas Daños externos deterioros zonas metálicas en uso Bruñido materiales de metal no férrico y posterior barnizado con barniz especial para metales, transparente y brillante. 1. Desmontar todas las piezas que se puedan dañar en la restauración: Vidrios, cobre, bronce, ... 2. Desmontar la locomotora.

3. Tareas mientras se reconstruye la caldera.

- O Desmontaje de placas de número y constructor.
- O Desmontaje de placas de latón, para posterior colocación
- O Desmontaje de placas de aluminio, evaluación de su estado.
- O Desmontaje tapas frontales de los cilindros.
- O Limpieza profunda con la máquina Karcher de la locomotora.
- O Limpiar a mano de tanques en el interior y exterior con espátula, cepillo de alambre o material similar, eliminando restos de cascarilla.
- O Construcción tapón de lavado del tanque inferior.
- O Esmerilación cordones soldadura carbonera derecha (superior).
- O Verificación funcionamiento transmisores.
- O Engrasar con aceite SAE 30 o similar las piezas que se han nombrado anteriormente.
- O Se limpiaron tanques de agua en busca de cal, restos de óxido, suciedad, ...Se aplica el tratamiento y se pinta.
- o Se revisó toda la tubería y se sustituyó el defectuoso.
- O Se repuso paños dañados en los tanques de agua, soldando recortes de chapa nueva y repasando después las soldaduras.

4. Se repararon zonas de chapa deteriorada.

- o Desgarros en laterales, desperfectos en cabina, cubiertas frontales de cilindros. Se evaluó el estado actual de las envolventes.
- O Se reconstruyó totalmente el tubo de salida de Gestra.

5. Se repuso paños dañados en los tanques de agua, soldando recortes de chapa nueva y repasando después las soldaduras.

6. Se sustituyó completamente el techo de la cabina y saneó el resto.

7. Tareas a realizar tras la instalación de la caldera:

- o Unir la caldera al bastidor y el techo de la cabina, se empalmarán con juntas los tubos de admisión y escape.
- O Se realizó prueba de encendido (24/11/95, satisfactoria).

8. Envolventes

- O Saneamiento de la chapa y se eliminó huellas de soldadura.

9. Se pintó.

10. Freno directo de vapor, se instaló.

11. La caldera: se aprovechó el cuerpo cilíndrico

- O Se sustituyó por una sin cobre.
- o Se hace nuevo hogar, no se rompen los actuales tubos de humo, se aprovecha el cuerpo cilíndrico.

Fecha finalización de los trabajos: 1995 (Figura 91)

Restaurador: Taller Externo, escuela taller Museo del Ferrocarril

Otras entidades: José Santa María de Cima. Museo

Observaciones:

Realizado por:

Comprobado por:

Aprobado por:

Alba Sanz de la Cal
LOCOMOTORA SAF Nº1 DEL MUSEO DEL FERROCARRIL DE ASTURIAS EN GIJÓN

Alba Sanz de la Cal		
ESTADO DE EDICIÓN	FECHA	OBJETO DE LA REVISIÓN
-----	Dic/95	EDICIÓN INICIAL
EDICIÓN A		
EDICIÓN B		



Fig.91: Locomotora SAF Nº1, 1995, Museo del Ferrocarril de Asturias.

11.3. Restauración de 2013

Respecto a la restauración de 2013, el procedimiento es el mismo: estudio previo de su estado actual de conservación y desmontaje total de la locomotora.



Fig. 92: Desmontaje caldera, 2013, Museo del Ferrocarril de Asturias.



Fig. 93: Estado previo de la caja de humos, 2013, Museo del Ferrocarril de Asturias.



Fig. 94: Separación de caldera y caja de humos, 2013, Museo del Ferrocarril de Asturias.

Por ello, se desmonta la caldera (Figura 92) y se sustituyen 92 tubos de humos para hacerla operativa, siendo el resto de la caldera la de la restauración de 1994. Asimismo, se desmonta la caja de humos y se restaura a causa de su gran deterioro (Figura 93 y 94).



Fig. 95: Depósito lateral derecho y palanca de inversión. 2014, Museo del Ferrocarril de Asturias.



Fig. 96: Depósito de agua y carbón, 2014, Museo del Ferrocarril de Asturias.

Una vez desmontados los depósitos (Figura 95, 96, 97 y 98), se sustituyen por unos nuevos depósitos (Figura 97) de agua que están ubicados dentro de los originales, con el fin de preservar el original, por su estado precario. Aunque se reduce la capacidad total de los depósitos de la locomotora, es suficiente para su uso en el museo: los nuevos son reversibles.



Fig. 97: *Nuevo depósito*, 2014, Museo del Ferrocarril de Asturias.



Fig. 98: *Estado previo de los depósitos*, 2014, Museo del Ferrocarril de Asturias.

Mientras se hace el levantamiento de las diferentes partes de la locomotora (Figura 99), se utiliza otra de las máquinas a vapor del museo, la grúa FAT, de 1890. Otro de los procedimientos que se ha llevado a cabo es la restauración de los ejes (Figura 100), puliendo sus piezas, restaurando las partes dañadas y pintura.



Fig. 99: *Levantamiento de las paredes de la cabina con una grúa FAT (de 1890)*, 2014, Museo del Ferrocarril de Asturias.



Fig. 100: *Ejes*, 2014, Museo del Ferrocarril de Asturias.



Fig. 101: *Plataforma de la locomotora*, 2014, Museo del Ferrocarril de Asturias.

Asimismo, se ha fabricado en el propio museo, un nuevo suelo para la cabina (Figura 101), la parte trasera de la plataforma, en la izquierda de la imagen), ya que el anterior estaba profundamente oxidado.

Una vez que ya se encuentra la caldera restaurada, se instala junto con los depósitos. Se cubre con la envolvente (Figura 102), previamente restaurada, ya que su función es proteger del calor de la caldera (casi 500°C que produce) al resto de elementos y a las personas que se encuentren en la cabina. Ya acabado este proceso, se montan las partes no funcionales de la locomotora (como la cabina, Figura 103).



Fig. 102: *Envoltura del hogar*, 2014, Museo del Ferrocarril de Asturias.



Fig. 103: *Montaje de la cabina*, 2014, Museo del Ferrocarril de Asturias.

Tras el montaje de todos los componentes de la locomotora, se realiza un encendido de prueba, y si este es positivo, tras la realización de catas de color (Figura 104), se pinta la locomotora (Figura 105) con una capa de pintura antioxidante, otra anticorrosiva y, por último, la capa con el color final.



Fig. 104: *Prueba de color*, 2014, Museo del Ferrocarril de Asturias.



Fig. 105: *Pintando la locomotora*, 2014, Museo del Ferrocarril de Asturias.

Para la realización de esta segunda ficha de restauración, se poseen los registros de la mina La Camocha y las restauraciones realizadas desde el ingreso de la locomotora en el museo.

FICHA DE RESTAURACIÓN: 001/2013					
1. IDENTIFICACIÓN					
Número de inventario:	1362	Número de registro:	341	Tipo:	020 WT
Denominación: SAF Nº1					
Naturaleza: Locomotora a vapor					
Dimensiones:					
largo: 6800 mm		ancho: 2740 mm		Alto: 3100 mm	
ancho de vía: 1674 mm			peso: 26000 kg (estimado)		
<p>Otros datos de interés: Dos ejes. Diámetro de las motrices: 790mm Procedencia actual: Mina La Camocha (Gijón) Taller: Henschel & Sohn (Kassel, Alemania) Distribución exterior: Walschaerts Año de fabricación: 1952 Freno: De estacionamiento y de vapor 1^{era} Restauración en el Museo del Ferrocarril de Asturias 1994</p>					
2. EVOLUCIÓN HISTÓRICA Y VALORACIÓN					
SAF Nº1 / Mina La Camocha. Ingreso 29-dic-1994.					

3. ESTADO PREVIO DE CONSERVACIÓN Y RESTAURACIONES ANTERIORES

Bajo techo en una nave en La Camocha, No hay grandes daños de corrosión (a excepción de la cabina y tanques laterales, ya corroídos en la época de servicio).

La locomotora no ha sufrido expolios a causa de su constante vigilancia. Pero debemos tener en cuenta que, la válvula de seguridad fue desmontada para repuestos de un compresor, ya no eran las originales. Durante su servicio en la Mina, se realizaron diversas tareas de mantenimiento, con el fin de que la máquina siguiese en funcionamiento. Para ello, se trasladó a Ponferrada, para realizar diversas restauraciones.

En la restauración de 1994, el cambio más relevante es el cambio de caldera para la puesta en funcionamiento. Así mismo, se sustituyeron las partes dañadas.

Tras su puesta en marcha ha permanecido atechada en la Nave Polivalente del Museo (Talleres de Restauración), pero a causa de la proximidad del Museo con el mar, por lo que presenta algunos problemas de corrosión a causa del salitre.

No se han realizado muchas intervenciones desde entonces, precisando una rehabilitación en profundidad estructural. La caldera se encuentra en buenas condiciones, se cambian todos los tubos. Se desmontan los ejes y las ruedas para su restauración y se hacen unos cajones encajados dentro de los depósitos de agua, ya que estos están débiles y así no dañarlos.

Los datos con los que se han elaborado esta ficha son las facturas que se encuentran en el archivo del Museo del Ferrocarril de Asturias como facturas que se encuentran en la red.

Reparación del trinquete de la palanca de cambio de marcha, 29 septiembre 2006.

Encendido de prueba el 4 de abril de 2007, hora de encendido 16h y apagado 19:30.

4. TRATAMIENTO PROPUESTO

OBJETIVOS GENERALES:

Se propone rehabilitación completa para poner en estado de servicio.

DETALLE DE LOS TRABAJOS A REALIZAR:

Orden de trabajo estimado:

3. Desmontar todas las piezas que se puedan dañar en la restauración: Vidrios, cobre, bronce, ...
4. Desmontar la locomotora.
 - Desmontar las sujeciones de la caldera a bastidor para su posterior separación total (con tubos de admisión y escape, tubos de sopladores y engrasadores. Soltar cuatro tuercas por cada lado bajo el cajón de fuegos.
 - Separar techo de la cabina.
 - Separar de todos los elementos auxiliares, se evaluará su estado de conservación y se embalará correctamente para su correcto transporte hasta la empresa que ha de construir la caldera: columna de grifería, tubo de nivel con su grifería, grifos de prueba de nivel (dos) y válvulas de retención. El resto de los elementos auxiliares, deberán ser revisados y en su caso, reparados: robinete de freno, robinete de areneros, inyectores derecho e izquierdo, engrasador de condensación.
 - Se efectuará una relación de las juntas especiales y precisas para las conducciones de vapor desmontadas.
 - Sustituir paño de chapa, preparación caja de humos.
3. Tareas mientras se reconstruye la caldera.
 - Desmontaje de placas de número y constructor.
 - Desmontaje de placas de latón, para posterior colocación
 - Desmontaje de placas de aluminio, se evalúa su estado.
 - Desmontaje tapas frontales de los cilindros: finalidad evaluar estado interior. Engrasado interior con ACEITE TUCÁN 250, y se volverán a tapar con el máximo cuidado para reintegrar estanqueidad.
- Limpieza profunda con la máquina Karcher de la locomotora. Se desmontarán las tapas de los engrasadores de bielaje. Se limpiará manualmente el interior. Se extraerán las mechas de engrase (de lana natural). Para los tanques, retirar tapa inferior del tanque inferior, aflojar tuercas prolongando las palancas de la lleve.

- Limpiar a mano de tanques en el interior y exterior con espátula, cepillo de alambre o material similar, eliminando restos de cascarilla. Construir las cajas que van dentro de los tanques.
 - Esmerilar cordones soldadura carbonera derecha (superior).
 - Verificar el funcionamiento de los transmisores.
 - Se engrasan con aceite SAE 30 o similar las piezas que han de estar lubricadas normalmente, en especial: Vástagos de los pistones, resbaladeras de la crucera, todas las articulaciones de las bielas, articulaciones de la timonería de freno y husillos de ganchos de tracción.
 - Limpiar tanques de agua en busca de cal, restos de óxido, suciedad, ... Aplicar el tratamiento y se pinta. Construir un depósito dentro del depósito a modo de preservación del otro.
 - Se revisará toda la tubería. Aquel material defectuoso, se sustituirá por uno de las mismas características, tanto en tamaño como en material. Suministro y sustitución de 92 tubos de caldera de 42,4x2,6x2514mm y revisión Nivel C del generador de vapor por Industrial Olmar SL.
 - Reponer paños dañados en los tanques de agua, soldando recortes de chapa nueva y repasando después las soldaduras.
4. Zonas de chapa deteriorada, reparaciones:
- Desgarros en laterales, desperfectos en cabina, cubiertas frontales de cilindros. Construir una nueva cabina y suelo de cabina nuevo.
5. Reponer paños dañados en los tanques de agua, soldando recortes de chapa nueva y repasando después las soldaduras.
6. Se sustituirá completamente el techo de la cabina y sanear el resto. Así como el suelo de cabina. Se sustituirán todos los tornillos, arandelas, tuercas, ...
7. Tareas a realizar tras la instalación de la caldera:
- Unir la caldera al bastidor y el techo de la cabina, se empalmarán con juntas los tubos de admisión y escape. Se ha creado una nueva cabina.
 - Prueba de encendido.
8. Envolventes
- Envolventes: se hará un saneamiento de la chapa y se eliminarán huellas de soldadura.
12. Preparación para pintura de chapa de caja
- Limpieza en profundidad con desengrasante en toda la máquina.
 - Saneamiento general chapa, y zonas oxidadas saneamiento mecánico.
 - Hacer estudio de los colores que se aplicarán.
 - Proteger maderamen de suelo para evitar manchas de pintura.
 - Zonas de difícil acceso, puntos de oxidación: Convertidor de óxido alta calidad
 - Proteger bajos encintando y con papel.
 - Aplicar a pistola una capa de imprimación a toda la chapa. Polivalente de color gris.
 - Lijado completo y aplicación de pintura al poliuretano de dos componentes.
 - Negro anticorrosivo de alta calidad, hasta 500°C (cuerpo cilíndrico, chimenea, cilindros y zona en contacto con vapor o fuente de calor).
 - Componentes como el bastidor, toperas, ... poliuretano 2 componentes acabado brillo.
 - CABINA+TANQUES+ENVOLVENTES= protegerán oxidación con imprimación, posterior pintura poliuretano de dos componentes o similar de dureza y acabado.
 - Saneamiento caja de humos y chimenea. Aplicación imprimación anticorrosiva y pintura negra anticorrosiva.

- Evitar uso de emplastes, cementos, etc. Ya que se pueden desprender con el calor, la humedad y las vibraciones.
- Saneamiento de bielaje, bielas en rojo han de volver a quedar así.

13. Freno:

- Sistema de freno: freno directo de vapor, actúa sobre cuatro zapatas. A causa tiempo inactivo, se encuentra agarrotado fuertemente, procedemos a desmontar el cilindro de freno y dejarlo en estado funcional. Repasaremos también toda la timonería y el freno de estacionamiento.

14. La caldera:

- Estado general caldera: no parece malas condiciones, a excepción de los tubos de humo. Hacer nuevos tubos.

15. Restauración de chimenea y envolvente.

5. TRATAMIENTO EFECTUADO

Fecha inicio de los trabajos: 20 de mayo de 2013

Partes metálicas: sometidas chorreado.

Pintura general a poliuretano 2 compuestos, aplicado a pistola al menos 2 capas

Daños externos deterioros zonas metálicas en uso

Bruñido materiales de metal no férrico y posterior barnizado con barniz especial para metales, transparente y brillante.

1. Desmontar todas las piezas que se puedan dañar en la restauración: Vidrios, cobre, bronce, ...

2. Desmontar la locomotora.

○ Desmontar las sujeciones de la caldera a bastidor para su posterior separación total (con tubos de admisión y escape, tubos de sopladores y engrasadores. Soltar cuatro tuercas por cada lado bajo el cajón de fuegos.

○ Separar techo de la cabina.

○ Separar de todos los elementos auxiliares, se evaluará su estado de conservación y se embalará correctamente para su correcto transporte hasta la empresa que ha de construir la caldera:

columna de grifería, tubo de nivel con su grifería, grifos de prueba de nivel (dos) y válvulas de retención. El resto de los elementos auxiliares, deberán ser revisados y en su caso, reparados: robinete de freno, robinete de areneros, inyectores derecho e izquierdo, engrasador de condensación.

○ Se efectuará una relación de las juntas especiales y precisas para las conducciones de vapor desmontadas.

3. Tareas mientras se reconstruye la caldera.

○ Desmontaje de placas de número y constructor.

○ Desmontaje de placas de latón, para posterior colocación

○ Desmontaje de placas de aluminio, se evalúa su estado.

○ Desmontaje tapas frontales de los cilindros: finalidad evaluar estado interior. Engrasado interior con ACEITE TUCÁN 250, y se volverán a tapar con el máximo cuidado para reintegrar estanqueidad.

O Limpieza profunda con la máquina Karcher de la locomotora. Se desmontarán las tapas de los engrasadores de bielaje. Se limpiará manualmente el interior. Se extraerán las mechas de engrase (de lana natural). Para los tanques, retirar tapa inferior del tanque inferior, aflojar tuercas prolongando las palancas de la lleve.

O Limpiar a mano de tanques en el interior y exterior con espátula, cepillo de alambre o material similar, eliminando restos de cascarilla. Se fabrican las cajas en el taller del museo que van dentro de los tanques.

O Esmerilar cordones soldadura carbonera derecha (superior).

O Verificar el funcionamiento de los transmisores.

O Se engrasan con aceite SAE 30 o similar las piezas que han de estar lubricadas normalmente, en especial: Vástagos de los pistones, resbaladeras de la crucera, todas las articulaciones de las bielas, articulaciones de la timonería de freno y husillos de ganchos de tracción.

O Limpiar tanques de agua en busca de cal, restos de óxido, suciedad, ... Aplicar el tratamiento y se pinta. Se fabricó un depósito dentro del depósito a modo de preservación del otro.

O Se revisó toda la tubería. Se detectó rotura en los tubos de humo por desgaste de priming. Se envía plano a Industrial Olmar SA, para realización de todos los tubos de la caldera al detalle y se revisa Nivel C del generador de vapor.

O Se sustituyó paño de chapa, preparación caja de humos, talleres Carlos del Valle. La chapa se sustituye uniendo por soldadura.

4. Zonas de chapa deteriorada, reparaciones:

O Desgarros en laterales, desperfectos en cabina, cubiertas frontales de cilindros. Se evaluará el estado actual de las envolventes. Se usará como plantilla las dañadas para crear unas nuevas que las sustituyan, así como los cinchos. Sustitución total de zonas de chapa no recuperables por medio de recortes o reemplazo compelo de paños. Se mantienen mismos sistemas de unión: Roblón, remache, tornillería o soldadura. Fieles al original.

5. Reponer paños dañados en los tanques de agua, soldando recortes de chapa nueva y repasando después las soldaduras.

6. Se sustituyó completamente la cabina y saneó el resto (Taller Carlos del Valle)

-Chapa 1mm formato 2000x1000, 4 unidades

-Chapa 1,5mm formato 2000x1000,2 unidades

Bisagra a 15mm del borde: 25mm

Angulas abajo 60: 60

Chapa abajo245: 245

Chapa arriba 450:450

Altura 997:993

Angular que sube 40:40.

-Problemas para cerrar la puerta, por un golpe antiguo del bastidor, 10mm de descuadre.

Solución: cambiar la tolerancia de tres o cuatro sitios, moviendo las piezas unos milímetros para que encaje.

- o Se sustituyen los tornillos (C/plana, DIN 933, ...), tuerca (DIN 934, 125 M-12, 125 M-18 zincada, ...), arandela (DIN 125 M-12, 125M -18 zincada, ...) maquinaria Martín Vega SA.

7. Tareas a realizar tras la instalación de la caldera:

O Unir la caldera al bastidor y el techo de la cabina, se empalmarán con juntas los tubos de admisión y escape. Se ha creado una nueva cabina.

O Prueba de encendido de la caldera.

8. Envolventes

O Envolventes: se desmontó, se hizo un saneamiento de la chapa, se eliminó huellas de soldadura y se pintó.

9. Preparación para pintura de chapa de caja

O Limpieza en profundidad con desengrasante en toda la máquina.

O Saneamiento general chapa, y zonas oxidadas saneamiento mecánico.

O Proteger maderamen de suelo para evitar manchas de pintura.

O Zonas de difícil acceso, puntos de oxidación: Convertidor de óxido alta calidad

O Proteger bajos encintando y con papel.

O Aplicar a pistola una capa de imprimación a toda la chapa. Polivalente de color gris.

O Lijado completo y aplicación de pintura al poliuretano de dos componentes.

Negro anticalórico de alta calidad, hasta 500°C (cuerpo cilíndrico, chimenea, cilindros y zona en contacto con vapor o fuente de calor).

Se utilizó Pinturas Marmol, SL Pintumar: Verde musgo 6005, Tankguard 412 para el negro usado en las partes en contacto con la caldera (resiste hasta 500°C) de la marca Jotun, rojo de Tankguard Storage de la marca Jotun

O Componentes como el bastidor, toperas, ... poliuretano 2 componentes acabado brillo.

O CABINA+TANQUES+ENVOLVENTES= protegerán oxidación con imprimación, posterior pintura poliuretano de dos componentes o similar de dureza y acabado.

O Se restaura caja de humos. Aplicación imprimación anticalórica y pintura negra anticalórica.

O Evitar uso de emplastes, cementos, etc. Ya que se pueden desprender con el calor, la humedad y las vibraciones.

O Saneamiento de bielaje, bielás en rojo han de volver a quedar así.

Se adquieren de HLA Hierros Laminados Asturias:

-1unidad, 6m, perfil rectangular, pletina, barra de 6m, ancho de 90mm, esperos de 6mm, calidad de acero S275JR o equivalente.

-2, para soldar a tope, codo a 90 grados, lipo 5D: DIN 2606 o equivalente. DN 80, diámetro exterior, 88,9mm, altura a centro 205mm

-2, 2x1 medida, chapa lisa 4mm, calidad acero S235JR o equivalente

-2, 2x1, chapa lisa 5mm calidad acero S235JR o equivalente.

Acero al carbono EN (DIN)

10. Freno:

o Revisión. A causa tiempo inactivo, se encuentra agarrotado fuertemente, procedemos a desmontar el cilindro de freno y dejarlo en estado funcional. Repasaremos también toda la timonería y el freno de estacionamiento.

11. Chimenea: reparación chimeneas, preparación de chapa, de 8m/m en parte inferior de envoltente de chimenea. Por CONSTRUCCIONES METÁLICAS ALBA, LANGREO

-Fabricación de depósito en acero inoxidable e 1m/m espesor calidad AISI-304, con 2 tomas depósito de 105m/m y de 22m/m soldadas a depósito.

-boca oval superior 300*500 pletina perimetral de 40m/m de altura

Alba Sanz de la Cal
LOCOMOTORA SAF Nº1 DEL MUSEO DEL FERROCARRIL DE ASTURIAS EN GIJÓN

Fecha finalización de los trabajos: enero de 2015 (estado en 2020, Figura 106)		
Restaurador: Museo del Ferrocarril de Asturias		Otras entidades: Kalatos Conservación, desde 2015
Observaciones:		
Realizado por:	Comprobado por:	Aprobado por:
Alba Sanz de la Cal		
ESTADO DE EDICIÓN	FECHA	OBJETO DE LA REVISIÓN
-----	Enero/2015	EDICIÓN INICIAL
EDICIÓN A		
EDICIÓN B		



Fig.106: SAF Nº1 en el Museo del Ferrocarril de Asturias, 2020.

11.4. Procedimiento de encendido

El procedimiento de encendido ya sea para mantenimiento⁹ o uso turístico es el siguiente:

Para hacer este texto, se ha tomado de referencia el encendido del 18 de agosto de 2020.

El primer paso para seguir es la comprobación del nivel del agua en frío de la caldera, ya que, si se hiciese en caliente, nos daría referencias en falso. El nivel de agua Klinger, es un medidor, representado en la fotografía en color dorado (Figura 107), tiene que tener el nivel del agua, observable a través del cristal (Figura 109), a la mitad. Si estuviera por debajo de la marca (representada simbólicamente por una línea imaginaria trazada entre los dos grifos que se encuentran a su derecha), se rellenaría la caldera por el nivel de agua derecho, con agua sin presión hasta alcanzar ese punto medio entre esos dos grifos, también llamados de nivel de agua. Si no se llevase a cabo este procedimiento, la caldera podría sufrir grandes daños como la explosión de la caldera que produciría la destrucción de la locomotora (Figura 108); además, se calienta el cielo del hogar. Por otra parte, si el nivel del agua fuese superior, produciría que, al abrir el regulador, el vapor inyectado en el motor se sobrecarge de gotas de agua, originando su mal funcionamiento (ya que el vapor que se inyecta, no es solo vapor, está a su vez compuesto por microgotas). Después se limpian los depósitos laterales de suciedad y cascarilla de óxidos, y se rellenan de agua, aunque para este proceso, se tiene el tiempo disponible hasta el encendido de la máquina, en torno a las dos horas. Lo principal es que la caldera tenga agua.



Fig. 107: Interior de la cabina, 2020.



Fig. 108: Explosión de la caldera de la locomotora "Warburg", 1 de junio de 1869, en Altenbeken. (Recuperado de: <https://www.pinterest.es/pin/405816616416057515/>)

⁹Un encendido periódico evita que los elementos que componen la locomotora se queden inutilizado, evitando así un envejecimiento prematuro y que la SAF Nº1 siga prestando servicio.



Fig. 109: Comprobación de nivel de agua, 2020.



Fig. 110: Engrasador en línea, 2020.

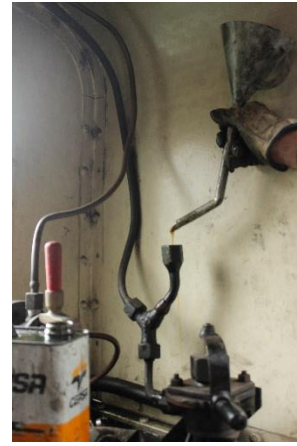


Fig. 111: Freno, 2020.

A continuación, se engrasa el engrasador en línea Friedmann (Figura 110). Para realizar esta operación, se debe vaciar el agua que se ha condensado y se pone aceite de cilindros (SAE 90 o superior). Para la locomotora debemos usar dos tipos de aceite, el primero es el SAE 30, que sirve para el engrasado general y el SAE 90 o superior, que es para las partes que van en contacto directo con el vapor.

El siguiente paso, es el engrasado del freno (Figura 111), situado en la parte derecha de la cabina. Al abrirlo por la boca de engrase se escucha la presión, esto significa que no hay fugas en la caldera: se rellena también de aceite de cilindros.

Después del freno, se va al cenicero (Figura 112). Para esto, hay que salir de cabina y situarse en la parte de atrás de la locomotora y se procede a vaciarlo. Una vez vaciado, se ha de coger madera y se sube a la cabina. Luego, se procede a subir carbón al depósito (Figura 113), en este caso, izquierdo. Se ha de poner aire comprimido con el conector extrarrápido (Figura 114), para crear un vacío en el hogar, se extrae el humo que se produce en la combustión para evitar que humo llegue a cabina. Para ello se utiliza un compresor.



Fig. 112: Cenicero, 2020.



Fig. 113: Subida de carbón al depósito, 2020.



Fig. 114: Conectado el compresor de aire, 2020.

En el depósito lateral izquierdo se deposita el carbón (Figura 115). Una vez realizada esta tarea, se vuelve a cabina y se prende un trapo impregnado en aceite (Figura 116) y

se introduce en el hogar. Se van introduciendo listones de pequeño tamaño y se va aumentando el tamaño a medida que crece la intensidad del fuego (Figura 117 y 118).



Fig. 115: Depósito del carbón en el depósito de carbón, 2020.



Fig. 116: Encendido de los trapos, 2020.

Se abren las purgas (Figura 120) y se cierran todas las válvulas y grifos de servicio. Una vez alcanzados los 2kg de presión (Figura 119), ya se dispone de suficiente vapor para poder retirar el compresor. Se espera a que se alcancen los 5kg de presión y se pone en funcionamiento.



Fig. 117: Hogar, 2020.



Fig. 118: Cenicero en funcionamiento, 2020.

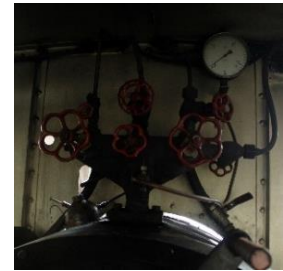


Fig.: 119: Presión, 2020.

Se abren las purgas (Figura 120) para eliminar el agua condensada periódicamente, y para esto deben permanecer abiertas hasta que solo salga vapor (Figura 121).



Fig. 120: Purgas, 2020.



Fig. 121: Salida del agua condensada y vapor, 2020.

11.5. Contaminantes

Serie galvánica

El protegido, catódico, más noble es el acero inoxidable al que siguen cobre, latón y bronce, hierro fundido y, en último lugar, el acero al carbono en el que se incluye el acero estructural, que es también acero al carbono con unas características idóneas para la construcción por su capacidad de resiliencia, es decir, que presenta una capacidad de agotar su resistencia sin grandes deformaciones.

La corrosión galvánica no se produce en los metales en contacto en los siguientes supuestos:

- Cuando no hay uniones conductoras eléctricamente en los metales en contacto.
- En metales sin diferencia de potencial.
- Si no hay conexión mediante un electrolito.

El electrolito tiene un papel como potencial para el inicio del proceso de corrosión, y cuanto más tiempo de exposición del metal al electrolito las probabilidades de corrosión son notablemente superior: exposición a la humedad, condensación, agua salada, contaminantes, etc., de tal manera que el metal con potencial estándar de oxidación mayor tiene más capacidad de entregar o liberar electrones, es más electronegativo y experimenta antes procesos de corrosión. Su comportamiento es como el de una pila galvánica que, en presencia del electrolito, por ejemplo, agua, cierra el circuito y comienza el movimiento de electrones (**Euro Inox, 2010, p.4-6**).

Corrosión en materiales metálicos por contaminación atmosférica

Acero al carbono

De los metales presentes en la locomotora SAF N.º 1, quizá sea este el menos noble y, por tanto, el que sufra deterioro por corrosión por las determinadas condiciones ambientales externas. Tiene una pobre resistencia a la corrosión, necesitando la protección de revestimientos o un medioambiente condicionado.

El acero al carbono está compuesto principalmente por hierro y acero con otros elementos que le dan ductilidad o evitan la corrosión.

El acero al carbono es susceptible a la corrosión por picado por exposición a iones de cloruro de la atmósfera marina, corrosión que se acentúa al aumentar su concentración, y según la velocidad del viento que arrastra humedad y temperatura: ubicación del Museo

del Ferrocarril y la locomotora de vapor saturado SAF n.º 1 junto a la playa de poniente de Gijón.

Cuando la superficie de un elemento de acero está expuesto a la humedad o a ambientes contaminantes: niebla, sales de atmósfera marina, gases, se forma el electrolito y comienza el proceso de corrosión formando herrumbre.

La condición inicial para la oxidación del hierro es la presencia de agua y oxígeno, y la tasa de corrosión será proporcional al tiempo de exposición. Entre los productos de corrosión atmosférica del hierro están los oxihidróxidos, con conversiones entre ellos, dependiendo de la presencia del agente contaminante en las capas electroquímicas, y dependiendo de la atmósfera de exposición: urbana, marina, etc.

En atmósferas con pequeñas cantidades de dióxido de azufre puede producirse oxidación muy rápida. El SO₂ es causa de “formación y propagación de nidos de sulfato que empiezan en puntos aislados de la superficie hasta cubrir toda la superficie de una película de herrumbre”. **(EPN, sin fecha, p.50)**

La forma de “las capas de productos de corrosión atmosférica del acero al carbono es compleja”, la pátina o película de corrosión es porosa y, por tanto, no forma barrera contra la penetración de iones de oxígeno y agua de la atmósfera.

La película de corrosión del acero al carbono expuesto a la atmósfera, normalmente, presenta dos capas: una interna próxima a la interfase acero/herrumbre, y otra externa y porosa de oxihidróxidos cristalinos. **(EPN, sin fecha, p.48)**

En atmósferas no contaminadas los productos primarios de corrosión de hierro, principalmente hidróxido ferroso se transforma en óxidos férricos hidratados insolubles, que dificultan la difusión de reactivos y productos de reacción, frenando el proceso de corrosión. **(EPN, sin fecha, p.49)**

Cobre

La solubilidad en agua fría de los distintos compuestos de cobre como producto de la corrosión atmosférica son los siguientes:

El primer producto de corrosión que se forma instantáneamente en la superficie del cobre es la cuprita, que, posteriormente, reacciona lentamente con los contaminantes atmosféricos: SO₂, Cl⁻, formando sales básicas cuando el pH de la película de humedad es suficientemente básico. En atmósferas moderadamente ácidas las sales básicas de

cobre conceden una cierta protección a su superficie, ya que son estables a un $\text{pH} > 4$, contrario a lo que sucede con las sales básicas de zinc que son inestables a $\text{pH} < 6$.

“Las capas de productos de corrosión del cobre en atmósferas contaminadas por SO_2 y Cl^- suelen presentar imperfecciones”. (EPN, sin fecha, p.56)

En atmósferas marinas, el ion cloruro produce picaduras sobre la superficie del cobre.

Las capas de productos de corrosión atmosférica del cobre (pátinas) son química y micro estructuralmente complejas, sus constituyentes químicos están relacionados con los contaminantes presentes en la atmósfera, aunque los componentes de las pátinas no reflejan directamente la composición de la atmósfera.

Zinc

El zinc es un metal que en presencia de oxígeno y humedad da lugar a hidróxido de zinc. El hidróxido de zinc formado reacciona con los contaminantes atmosféricos como Cl^- y SO_2 , formando sales básicas si el pH de la película acuosa es suficientemente básico. En atmósferas ácidas, fuertemente contaminadas de SO_2 y lluvia ácida, el zinc reacciona formando sulfato y cloruro de zinc.

Los productos de corrosión atmosférica de zinc o pátinas más frecuentes son: hidrocincita, carbonatos ácidos del zinc, óxido de zinc, hidróxido de zinc, etc.

Los productos de corrosión de zinc “se disponen en dos capas: una interior estable, sensible a la concentración de SO_2 , que controla la cinética de corrosión del zinc, y otra exterior que crece de forma continua”, que no protege el metal. En general, el zinc, a pesar de ser escasamente noble, tiene un proceso de corrosión lento al recubrirse de capas protectoras en atmósferas secas; en húmedas se corroe formando hidróxidos que no afectan en exceso al metal base (EPN, pp-47-59).

11.6. Fotogrametría de la locomotora SAF N°1 y creación de realidad aumentada

Para la realización de este modelado 3D, se ha procedido a hacer fotos desde diversos ángulos durante el día 18 de agosto de 2020 (Figura 122 y 123), girando 360° en torno a la locomotora, incluso utilizando el piso superior de la Nave Polivalente para captar las fotografías de la parte superior (Figura 124) y utilizando la aplicación Agisoft Metashape Professional.



Fig. 122: Lateral derecho de la SAF N°1, 2020.



Fig. 123: Lateral trasero de la SAF N°1, 2020.



Fig. 124: Parte superior derecho de la locomotora SAF N°1, 2020.

Se han agrupado en tres grupos (Figura 125), siguiendo un recorrido circular a la locomotora, depositando en el *Chunk 1* las fotografías del lateral derecho de la locomotora, en el *Chunk 2*, se han adjuntado el lateral izquierdo de la SAF N°1 y en un tercer Chunk, el *Chunk 3*, compuesto por las fotografías realizadas a la parte superior de la locomotora.




- >  Chunk 1 (42 cámaras, 10 marcadores, 26,517 puntos)
- >  Chunk 2 (48 cámaras, 15 marcadores, 28,528 puntos)
- >  Chunk 3 (34 cámaras, 14 marcadores, 26,712 puntos)

Fig. 125: *Chunk 1, 2 y 3 en Agisoft Photoscan, 2020.*

Para acceder a cada Chunk, se ha de realizar un doble clic sobre el grupo que se desee trabajar, y este se pondrá en letra negrita. Una vez abierto, se podrán ver las fotografías. Es por ello, que, para facilitar la detección de puntos en común entre las fotografías, con el botón derecho del ratón se marca una zona clave pulsando sobre *Añadir marcador*, y si este ya está creado, en *Colocar marcador* (Figura 126), también con el botón derecho y se seleccionan las máscaras destacando la locomotora en *Imágenes* (Figura 127).



Fig. 126: Marcadores en el Chunk 1 con selección de malla, en Metashape, 2020.

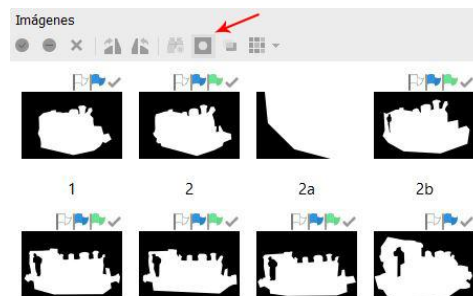


Fig. 127: Máscaras, en Metashape, 2020.

Es muy importante, que, durante este proceso de marcar los puntos, se pongan en los tres Chunk en común los mismos números. Una vez realizado este proceso con los tres grupos de fotos, se procede a *Orientar las fotos*. Por ello, se ha de acceder a la parte superior del programa y presionar sobre *Flujo de trabajo* (Figura 128), este será el pilar de todo el proceso ya que todo el siguiente proceso de creación tiene acceso desde esa pestaña.

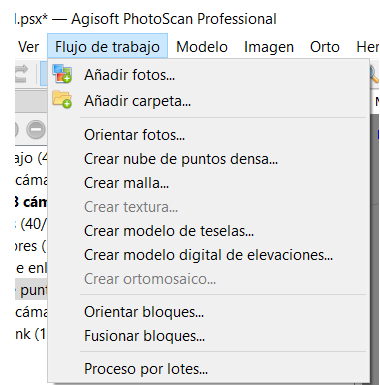


Fig. 128: Marcadores con nube de puntos, en Metashape, 2020.

Una vez presionado sobre *Flujo de trabajo*, se accede a la opción *Orientar fotos* (Figura 129). Este proceso localiza los puntos en común entre las fotografías, creando una nube de puntos. Se eliminan los puntos sobrantes. Ya creada la nube de puntos, se ha de pinchar sobre el apartado *Orientar bloques*, y en el *Método* se ha de seleccionar *Alineación basada en marcadores*. El siguiente paso es *Fusionar bloques* y se da clic sobre *Fusionar marcadores* y *Aceptar*.

El programa creará un cuarto Chunk, de nombre *Merged Chunk*. Se han de borrar los puntos excedentes y se presiona sobre *Crear nube de puntos densa* (Figura 130). Una vez procedido a la creación de puntos densa del *Merged Chunk*, se han de volver a eliminar la nube de puntos excedente. Se ha de destacar que estas fases (*Crear nube de puntos densa*, *Crear malla*, ...) se van activando acorde se ha realizado el proceso anterior.

Posteriormente, se procede a *Crear malla* y de ahí, se ha de presionar sobre *Crear textura* y el 3D estaría ya finalizado (Figura 131). Para poder visualizarlo o editarlo con otros programas, el mejor formato apto para la mayoría de ordenadores es el **.obj**. En esta exportación, se crearán tres documentos: una imagen que dará la textura final, un archivo **mtl** y otro en **.obj**. Se accede a la aplicación *Instant Meshes* para suavizar la malla y se exporta en **.obj** y *3D Builder*, para cerrar los agujeros, también exportando en **.obj**.

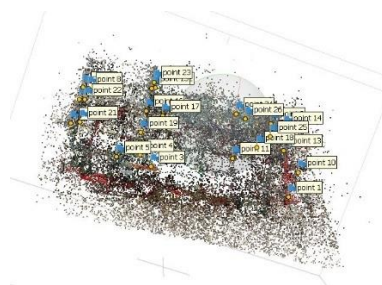


Fig. 129: Marcadores con nube de puntos de Merged Chunk, en Metashape, 2020.

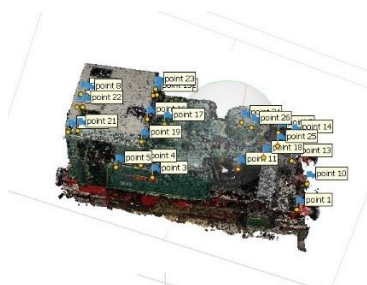


Fig. 130: Marcadores con nube de puntos densa de Merged Chunk, en Metashape, 2020.

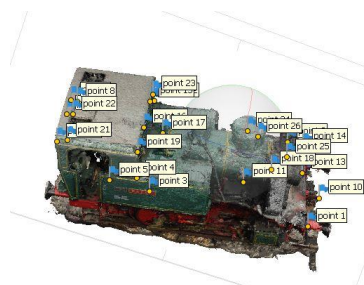


Fig. 131: Marcadores con proyecto final, en Metashape, 2020.

Para la creación de una impresión 3D, se ha de realizar una serie de procedimientos, ya que, si este se imprimiese desde el Photoscan, la réplica quedaría hueca. Es por ello, que se pudiera dar consistencia desde la aplicación Blender.

Abierto Blender, se presiona sobre *Archivo*, se da en *Importar*, y se selecciona la opción **.obj** con la que anteriormente se extrajo de PhotoScan. Una vez abierto, en la parte izquierda se encuentra un marcador, se selecciona a *Modo objeto*, se hace doble clic y esta estructura se seleccionará. Una vez realizado este paso, se va a la parte derecha de la pantalla y se presiona sobre el emoticono de herramienta (*Propiedades de modificador*), *Agregar modificador* y se presiona sobre *Generar, Solidificar* y en *Grosor*, se amplía para aumentar la consistencia del objeto y rellenar la parte interior para su futura impresión con impresora 3D. Solo será visible la estructura (Figura 132), es por ello que, para agregar la textura, se ha de ir a la parte inferior derecha de la aplicación, se ve un emoticono de una bola roja (*Propiedades de material*), se presiona sobre *Usar nodos* y se va a la parte superior de la pantalla, donde se encuentran los ejes y se presiona sobre *Sombreado de la vista*, creando así una capa de pintura un tanto imperfecta (Figura 133). Por ello, se ha de ir a la parte superior de la pantalla, a *Shading*, duplicando las capas de *Color*, con Shift+D. Tras este proceso, se da una textura con mayor definición (Figura 134).

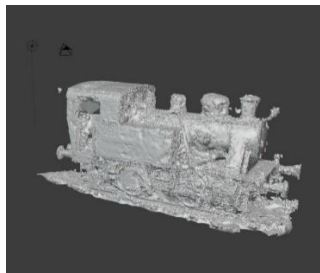


Fig. 132: Estructura del 3D, en Blender; 2020.



Fig. 133: Locomotora con textura, en Blender; 2020.



Fig. 134: Locomotora con textura final, en Blender; 2020.

Posteriormente, se puede exportar otra vez como **.obj** para subir a internet, en espacios como Sketchfab o seguir con el proceso de creación 3D, que para ello no se ha de extraer en **.obj** sino en formato **.stl**. y crear un código QR asociado a esa web para visualizarlo. Si se desea cerrar los agujeros del modelo, se recurre a la aplicación *3D builder*.

Por último, se accede a la aplicación *Ultimaker Cura* y se extrae en formato **.gcode**, ya sería apto para una impresión en 3D. Actualmente existe polvo metálico, formado por aleaciones de Al, Ni, Co, Fe, Ti. Para este material sería necesario el uso de Selective Laser Sintering (SLS), con impresoras 3D como *3D Systems Prox SLS 6100* o *Formulabs Fuse 1*. (Higueras, 2020)

Para la realidad virtual, se ha recurrido a la aplicación *Aumentaty Author Creator*, creando un código con Photoshop y produciéndose la lectura del código con la app *Scope*.

11.7. Videojuego ‘Locomotora SAF N°1, Museo del Ferrocarril de Asturias’

Para la realización del videojuego (Figura 135), se ha recurrido a la aplicación de ordenador Construct 2. Se han seguido los siguientes pasos.

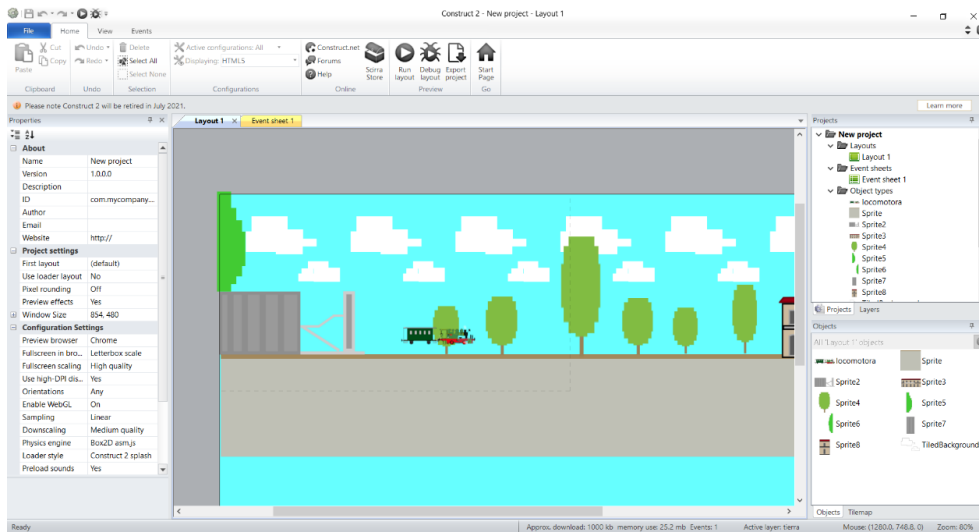


Fig. 135: Diseño del videojuego, en Construct 2, 2020.

Se ha de tener en cuenta, que en la parte derecha se hallan las fases del proyecto y en *Layer* (Capas), los elementos que forman este y en *Objects*, están situados los personajes. En la parte izquierda del programa, se encuentran las *Properties* (propiedades del objeto), se va a *Configuration setting* y en *Preview browser*, se pincha en Chrome, este proceso permitirá visualizar el videojuego y jugar para comprobar cómo va evolucionando.

Una vez realizado este proceso, se pincha con el botón derecho del ratón sobre la pantalla que servirá de espacio de trabajo y se da en *Insert New Object*. Se abrirá una pestaña con opciones, se clicca sobre *Sprite*, se ha de pinchar sobre la pantalla y aparecerá una ventana de trabajo donde diseñar el personaje, en este caso, la locomotora SAF N°1 con el vagón de pasajeros (Figura 136), se pueden utilizar esas herramientas para dibujarlo o importar un archivo, en este caso, diseñado desde Photoshop CS6, esta imagen ha de estar en formato **.png**. Una vez importado, se hace clic con el botón derecho y en la parte izquierda se hace clic en *Behavior* y se presiona sobre el símbolo +, y se asigna el comportamiento de *Platform*.

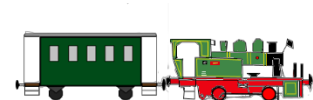


Fig. 136: Diseño del videojuego, en Construct 2, 2020.

Para la creación de suelo, se vuelve a dar sobre el fondo de trabajo sobre el clic derecho del ratón, *Insert New Object*, *Sprite*, se pinta de color de las vías y *Cerrar*. Se coloca debajo del emoticóno de la locomotora y se expande pinchando en uno de los laterales del objeto vía hasta llegar al otro extremo de la plataforma del espacio de trabajo. Una

vez realizada esta acción, se hace clic en *Behavior*, +, *Solid*. Este mismo proceso se ha realizado para la creación de la Nave Polivalente (Figura 137) y la Estación del Norte de Gijón (Figura 138).

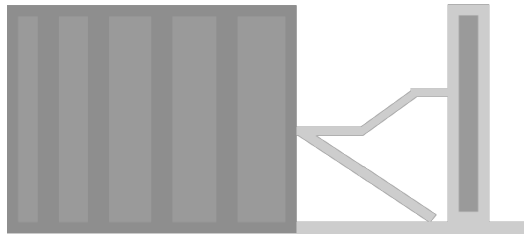


Fig. 137: Nave Polivalente, en Construct 2, 2020.



Fig. 138: Estación del Norte de Gijón, en Construct 2, 2020.

El siguiente paso será la creación de un fondo. Y se sigue el mismo procedimiento antes mencionado, *Insert New Object, Sprite*, y se crea un árbol usando los diferentes tonos que proporciona el programa. Tras esta acción, aparecerá en pantalla un árbol. Para crear más árboles, se recurre a la tecla del ordenador *ctrl*. Estos se pueden editar para variar su tamaño.

Surgirá un problema, el jugador, en este caso, la locomotora, aparece detrás de los árboles y la cámara no sigue al jugador. Por ello, para hacer que se encuentre por delante de los árboles, se hace clic sobre la locomotora, botón derecho y se presiona sobre *Z Order, Sent to top layer*. Se vuelve a presionar en el personaje con el fin de pretender que la cámara siga al jugador, por ello, en *Behavior*, se añade otro comportamiento con el símbolo + y se ha de presionar sobre *Scroll to*.

Para crear el cielo, se selecciona la capa *Layer 0*, y se cambia el nombre en el apartado *Name*, a *tierra*. Se cambia la transparencia a *Yes*, se crea otra capa en el símbolo de + que se encuentra en la parte derecha del espacio de trabajo del programa y se asigna el nombre de *cielo*. Tras este proceso, se cambia el color del cielo en *Background color* y *Transparencia*: No. Una vez realizado este proceso, se va a la esquina superior derecha y se presiona sobre la flecha que apunta hacia abajo. Para la creación de las nubes, se ha de presionar en *Insert New Object*, en *Tiled Background* y se diseñan las nubes. Se vuelve a la parte izquierda del programa y en *Parallax*, se cambia el X a 50 y el Y a 100. Con este proceso, se logrará que las nubes se muevan a diferente ritmo al de la locomotora.

Para animar la locomotora y hacer que produzca humo como una real, se han de realizar los siguientes pasos. Primero se han de crear unas imágenes en formato **.png** con el mismo programa o en este caso, con Photoshop CS6, con la locomotora generando sensación de movimiento con diferentes secuencias (Figuras 139, 140 y 141).

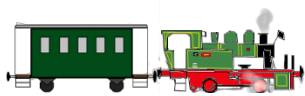


Fig.139: Estación del Norte de Gijón, sec. 2, en Construct 2, 2020.

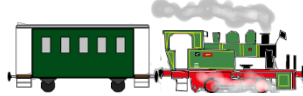


Fig.140: Estación del Norte de Gijón, sec. 4, en Construct 2, 2020.



Fig.141: Estación del Norte de Gijón, sec. 12, en Construct 2, 2020.

Se ha de crear una capa llamada *Pantalla*, se ha de hacer clic sobre la locomotora insertada al comenzar el videojuego y en el apartado de *Animations* (Figura 142) y en el apartado *Animations frame*, se hace clic en el botón derecho del ratón y *Add frame*. Este proceso se llevará a cabo con todas las secuencias realizadas para el movimiento de la locomotora. Una vez realizado, se procede a adjuntar esta secuencia de movimientos en *Event sheet 1, Add event* a jugador y en el apartado *Platform: Animation Triggers, On moved*. Se prosigue en el mismo apartado, en *Add action*, a jugador, *Animation: set animation* y se ha de escribir entre las comillas el nombre que se escribió anteriormente dando nombre a las acciones: *depies*.

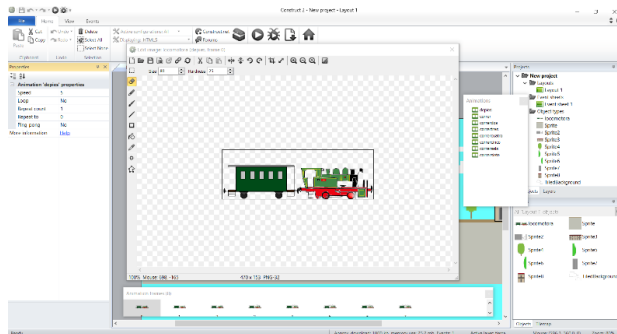


Fig. 142: Proceso de creación de movimiento, en Construct 2, 2020.

Tras estos procesos, el videojuego estaría acabado y se ha de subir a una plataforma *online* (Figura 143), en este caso, la página web **itch.io**. Por ello, se ha de exportar el documento en *File: Export Project..., HTML 5 website*, *Next, Export* y con los documentos generados, se unen todos en una carpeta comprimida *zipp*. Se ha de ir a la web <https://itch.io>, se ha de crear una cuenta y en el perfil, se ha de presionar sobre *Upload new Project*. Una vez en el lugar, se han de completar los datos solicitados por la web. Es muy importante que cuando te solicita poner las dimensiones del videojuego (apartado *Viewpoin dimensions*) poner los que vienen en el apartado de Construc 2 de *Layout File* y a su vez, en el apartado de *Configuration Settings*, cambiar de Chrome en *Preview browser*. Si no se realizan estos cambios, el videojuego no será visible y, por tanto, no se podrá visualizar ni jugar.



Fig. 143: Videojuego "Locomotora SAF Nº1, Museo del Ferrocarril de Asturias, en itch.io, 2020.