

Procés d'intervenció d'un fusell Màuser Espanyol Model 1893. Identificació, contextualització i intervenció d'un fusell provinent del jaciment arqueològic de Lemoatx.

The conservation and restoration process of a Model 1893 Spanish Mauser. Identification, contextualization and restoration of a rifle found at the Lemoatx archaeological site.

Álvaro García Torres / alvaro.restauracio@gmail.com

Codi Orcid: 0009-0006-1721-498X

Graduat en Conservació i Restauració de Béns Culturals en l'especialitat de Béns Arqueològics per l'ESCRBCC.

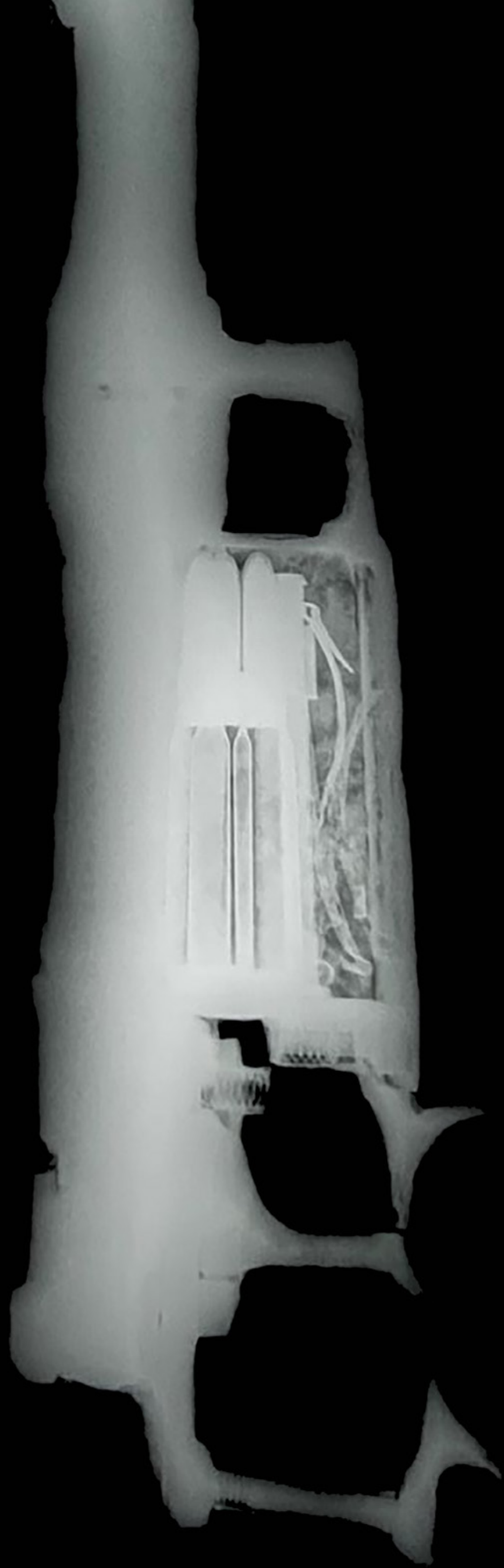
BA in Conservation and Restoration of Cultural Assets specialising in Archaeological Artefacts from the ESCRBCC.

El present article és un extret del Treball Final de Grau, realitzat durant el quart curs de l'especialitat de Conservació-Restauració de Béns Arqueològics, cursat a l'ESCRBCC. El treball gira entorn del procés de restauració i conservació d'un fusell Màuser Espanyol Model 1893, utilitzat durant la Guerra Civil Espanyola. L'article engloba tant el procés de conservació-restauració com les diferents anàlisis prèvies al mateix. Inclou també una contextualització històrica i geogràfica dins del marc historiogràfic i del territori espanyol.

Paraules clau: Fusell, Màuser, Model Espanyol 1893, contextualització, Guerra Civil Espanyola, Lemoa, Batalla de Lemoatx-Peña, acer, conservació, restauració, corrosió, ànima metàl·lica, metall.

This article is an extract from a final degree project worked on during the fourth year of the specialization in the Conservation and Restoration of Archaeological Artefacts at the ESCRBCC. The work revolves around the process of restoring and conserving a Model 1893 Spanish Mauser rifle used during the Spanish Civil War. The article covers both the conservation and restoration process and the various analyses conducted prior to this process. It also includes historical and geographical contextualization within the historiographical framework and Spanish territory.

Keywords: Rifle, Mauser, Spanish Model 1893, contextualization, Spanish Civil War, Lemoa, Battle of Lemoatx-Peña, steel, conservation, restoration, corrosion, metal soul, metal.



[PORTADA]

Radiografia de la caixa de mecanismes, el disparador, l'alça, el tancament i part del canó, on es pot veure el nucli metàl·lic (Fotografia: Centre de Restauració de Béns Mobles de Catalunya).

INTRODUCCIÓ

L'article que es presenta a continuació és el resultat de l'estudi, documentació, contextualització i intervenció d'una peça arqueològica datada el segle XX. La peça correspon a un fusell Màuser Espanyol Model 1893 utilitzat durant la batalla de Lemoatx-Peña, enfrontament bèl·lic que va tenir lloc al municipi de Lemoa, al País Basc, durant la Guerra Civil Espanyola (1936 -1939).

El projecte neix amb la voluntat d'intervenir quatre peces arqueològiques cedides a l'ESCRBCC per part de l'arqueòloga Alba Peña i l'Ajuntament de Lemoa. Una d'aquestes quatre correspon a l'ànima d'acer d'un fusell Màuser, peça sobre la qual girarà tot l'estudi i el consegüent article. Les quatre peces han estat extretes de les excavacions realitzades, l'any 2018, a les diverses trinxeres prop del municipi de Lemoa; les excavacions formen part del projecte d'investigació i recuperació de la memòria històrica del poble basc durant la Guerra Civil Espanyola, amb la voluntat d'ampliar els coneixements existents dels esdeveniments ocorreguts durant la batalla de Lemoatx-Peña. El projecte que recull tota la investigació i els resultats de les excavacions es plasma en un llibre: AGIRRE-MAULEON, J. (coord.). *Lemoatx 1937, la última victoria del Ejército Vasco*. Donostia-San Sebastián: Aranzadi Zientzia Elkarte, 2018.

El present article pretén exposar el procés d'intervenció d'un material metàl·lic, mostrant de manera clara i

organitzada les anàlisis i processos que involucren la conservació-restauració d'una peça arqueològica d'acer. Pretén també ser un vehicle per conèixer el fusell Màuser Espanyol Model 1893, una magnífica obra de l'enginyeria bèl·lica del segle XX. Neix de la voluntat personal d'aportar un gra de sorra al projecte de recuperació de la memòria històrica del poble basc, aportant nous coneixements mitjançant la recuperació i restauració del fusell Màuser.

Per poder assolir els objectius i donar resposta a les hipòtesis plantejades és necessari seguir dues línies de treball: documentació històrica i procés de conservació-restauració de la peça. La metodologia inclou una extensa recerca bibliogràfica sobre el fusell Màuser: la seva història, la seva fabricació i la seva importància dins d'un context històric nacional.

A escala pràctica, la restauració ha estat realitzada sota la supervisió de la professora de l'ESCRBCC i conservadora-restauradora Silvia Marín Ortega, aportant els seus coneixements i donant directius a l'hora d'eliminar la corrosió i establir el suport.

L'eliminació de la corrosió s'ha efectuat mitjançant la combinació del mètode mecànic tradicional i de la neteja aquosa. Pel que fa a la conservació preventiva, s'ha elaborat un pla d'acció que respecta els paràmetres ambientals de seguretat.

OBJECTIUS

L'objectiu principal que persegueix aquest article és el de realitzar una intervenció de manera que es pugui establir l'estat de conservació i que es pugui retornar la llegibilitat a la peça, tot seguint, a l'hora de la restauració, un criteri arqueològic-museístic, respectant en tot moment el suport i limitant l'acció a la seva neteja i estabilització.

És també important destacar dos objectius més específics, que són previs a l'inici del procés de conservació-restauració de la peça. En primer lloc, identificar el model i la tipologia del fusell que es vol intervenir; en segon lloc, i un cop identificada la seva tipologia, acotar la investigació contextualitzant històricament i geogràficament la peça dins d'un marc historiogràfic i territorial.

IDENTIFICACIÓ DEL BÉ CULTURAL

Un cop iniciat el projecte, sorgeix un primer interrogant a resoldre: de quin tipus de fusell es tracta i quina és la seva tipologia. Aquesta tasca inicial es realitza a partir d'un mètode d'anàlisi de caràcter inductiu, partint de premisses generals es va acotant progressivament el cercle tipològic, fins a esbrinar de quin tipus de fusell es tracta.

La primera premissa es va resoldre amb rapidesa, ja que amb l'observació d'un sistema de forrellat situat al costat del disparador es va confirmar que es tractava d'un fusell de

forrellat. A continuació, amb la revisió de la documentació bibliogràfica, que proporcionà l'Ajuntament de Lemoa, es va establir que es tractava d'un fusell de forrellat de tipologia Màuser. Ara bé, existeixen desenes de models d'aquesta mateixa "família" i calia, per tal de desenvolupar el cos teòric del treball, identificar el model de fusell Màuser.

A partir de la documentació es va determinar que la peça que s'intervé és el cos metàl·lic, o ànima, que configura un fusell Màuser Espanyol Model 1893. ¹ i ² Està format pel canó i els diferents mecanismes que conformen el fusell; es pot observar com aquests elements es troben soldats, formant una única estructura metàl·lica. La peça ha estat fabricada i confeccionada amb acer alemany i anglès, manufacturat amb les següents tècniques: forja, compressió i fosa.

Prové del Jaciment Arqueològic de Lemoatx i ha estat cedida a l'ESCRBCC per l'Ajuntament de Lemoa. El seu transport i cessió ha estat a càrrec de l'arqueòloga Alba Peña, que va formar part de les campanyes realitzades al municipi. La peça va ser lliurada al Laboratori de Béns Arqueològics T3 el dia 25 de novembre de l'any 2020, dia que també es va iniciar la seva restauració, finalitzada el dia 14 de gener de 2021, sent retornada a Alba Peña per Silvia Marín Ortega.

[1] Fotografia de l'anvers de la peça abans de la intervenció.

[2] Fotografia del revers abans del tractament (Fotografies: Álvaro García).



A causa de les alteracions que presenta el suport, es pot afirmar que l'estat de conservació de la peça és dolent, tot i mantenint-se estable.

CONTEXT HISTÒRIC, LA BATALLA DE LEMOATX

La Batalla de Lemoatx va ser un enfrontament entre el bàndol nacional, que avançava cap al cinturó defensiu de Bilbao, i l'Exèrcit basc, que intentava protegir Lemoa per evitar aquest avanç. La batalla va tenir lloc en el centre de la província basca de Biscaia, específicament, entre els municipis d'Amorebieta-Etxano, Lemoa i Bedia, en una demarcació formada per una sèrie de pujols amb una altitud màxima de 368 metres.

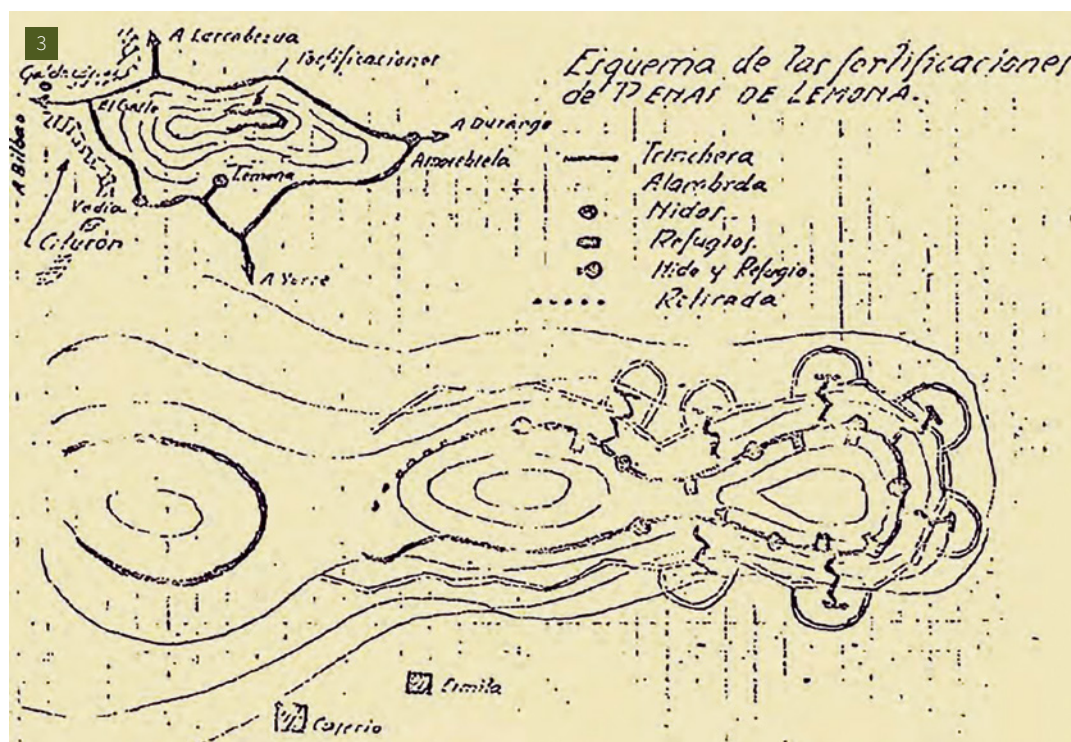
Lemoa era estratègicament important a causa de la seva ubicació; municipi situat en la confluència de dues conques fluvials, comptava amb la seva capacitat per controlar el trànsit en carreteres pròximes, juntament amb les línies ferroviàries i del tramvia. La seva posició elevada al costat del Cinturó de Ferro de Bilbao,¹ convertien el massís en un observatori de primer ordre. És per aquest motiu que les forces republicanes dotaven als diferents cims d'un entramat de trinxeres, llocs d'observació, nius de metralladores i refugis per a la infanteria.³ Aquest entramat de passadissos i refugis és el que s'ha estat excavant durant les diferents campanyes arqueològiques, trobant una gran quantitat de peces.

La batalla, que va tenir lloc del 29 de maig al 6 de juny de 1937, va ser significativa en la història de la Guerra Civil a Biscaia, ja que va ser l'última vegada que l'Exèrcit basc va aconseguir vèncer de manera evident a l'exèrcit insurrecte. La importància d'aquest enfrontament ha portat a la realització de projectes arqueològics per recuperar la memòria històrica del municipi.

La narrativa de la batalla s'ha reconstruït a partir de fonts documentals de l'època i testimoniatges de residents i combatents. La batalla va començar amb bombardejos continus en els dies previs, causant baixes significatives. El 29 de maig, l'exèrcit insurgent va llançar un atac sobre Lemoa, obligant les forces republicanes a retirar-se a posicions defensives. Al llarg de la batalla, va haver-hi un constant retrocés i avanç en els diferents pics del terreny muntanyenc.

El 3 de juny, les tropes basques van assolir recuperar Lemoa en un atac decisiu. Malgrat la retirada de les tropes nacionals, les forces republicanes van resistir fins al 5 de juny, quan finalment Lemoa va caure en mans insurgents. Els dies següents a la derrota de l'Exèrcit basc es van caracteritzar per contraatacs sense grans victòries i, el 6 de juny de l'any 1937, es va declarar la victòria de l'Exèrcit franquista sobre el bàndol republicà, juntament amb l'ocupació de Lemoa.

¹ Defensa fortificada al voltant de Bilbao per protegir la ciutat de l'avanç de les tropes franquistes durant la Guerra Civil Espanyola. ENCICLOPÈDIA.CAT. *Alejandro Goicoechea Omar* <<https://www.enciclopedia.cat/gran-enciclopedia-catalana/alejandro-goicoechea-omar>>



[3] Esquema del sistema defensiu de Lemoatx extret de les memòries del comandant Zubiaga (imatge: AGIRRE-MAULEON, J. (coord.). *Lemoatx 1937, la última victoria del Ejército Vasco*. Donostia-San Sebastián: Aranzadi Zientzia Elkarte, 2018, p. 113).

² Traducció de l'autor del present article de l'original en castellà: AGIRRE-MAULEON, J. (coord.). *Lemoatx 1937, La última victoria del Ejército Vasco*. Donostia-San Sebastián: Aranzadi Zientzia Elkarte, 2018, p. 95.

³ *Ibid.*, p. 103.

⁴ Traducció de l'autor del present article de l'original en castellà: SECRETARÍA DE LA GUERRA. *Fusil Mauser Español, Modelo 1893. Descripción y manejo del arma*. Madrid: San José - Imprenta Nacional, 1896, p. 5.

⁵ *Ibid.*

CONTEXTUALITZACIÓ GEOGRÀFICA DEL JACIMENT

“Lemoatx nos habla del pasado reciente, detallándonos la historia que vivió tanto en el sector militar como el civil durante la Guerra Civil”²

El Jaciment Arqueològic de Lemoatx és el resultat d'un projecte arqueològic que es va iniciar l'any 2012 amb l'objectiu de recuperar la memòria històrica del poble de Lemoa. Intrínsecament, el projecte té una fi social, ja que es va incloure la ciutadania per formar part del procés de recuperació, apropant la societat als actes que van succeir en el passat des d'un punt de vista imparcial i visual.

El projecte va ser engegat per iniciativa de l'Ajuntament de Lemoa gràcies a la seva alcaldessa Saioa Elejabarrieta, que va donar el seu assentiment per posar en marxa les actuacions amb el propòsit d'esbrinar el desenvolupament de la Batalla de Lemoatx. Les prospeccions arqueològiques, on es van trobar gran quantitat de peces, es van realitzar en el sistema defensiu de trinxeres excavades dies abans de la batalla per uns 842 soldats. Aquest sistema de trinxeres, que actualment s'anomena Fortificació de Peña Lemoa o Lemoatx, s'estén per un massís d'una longitud de 6,5 km.

Per entendre com es trobava el terreny vuitanta anys després de la batalla, a causa del seu desús i oblit, hem de saber que “en el moment en què es va fer la primera intervenció, pocs vestigis de la guerra quedaven ja visibles i paral·lelament la memòria col·lectiva havia oblidat els

detalls de l'esdeveniment de 1937. Les trinxeres estaven en bona part reblides, els filats havien desaparegut i molts dels cràters quedaven ocults sota la vegetació. Si bé algunes depressions es podien endevinar al veïnat dels camins, la major part del recorregut de les trinxeres havia desaparegut sota una densa coberta vegetal”³

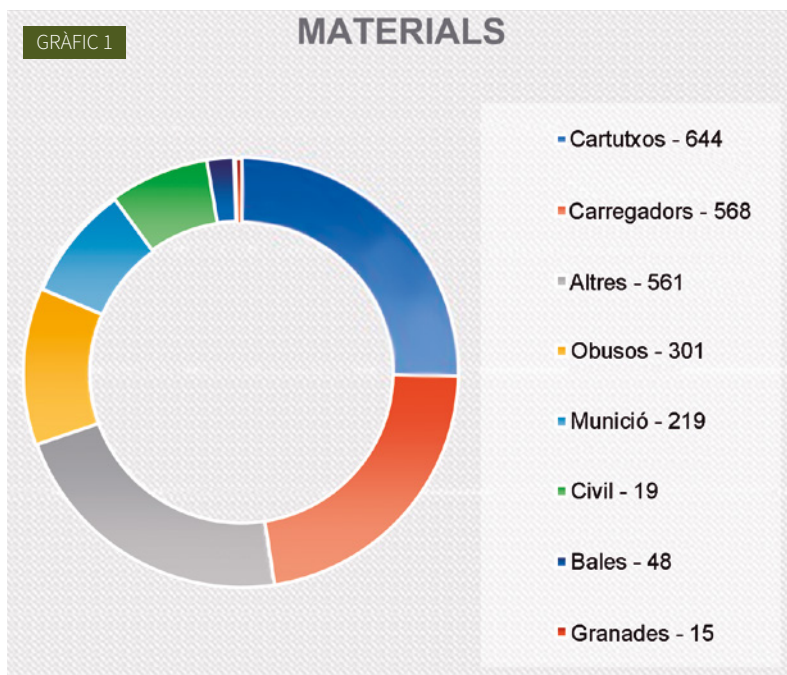
Tot i que les trinxeres presentaven aquest estat inicial, les prospeccions es van realitzar en diversos punts del massís muntanyós. Aquests punts són els següents: Lemoatx, sent el cim que dona nom a la resta del massís i el cim de Ganzabal, punt que correspon a la zona on més vestigis del conflicte queden visibles. Els altres punts són: el Sector Sud, el Nord-Est i, finalment, el Sector Nord-Oest, zona del massís on va aparèixer la peça que s'estudia en aquest article.

Aquest jaciment, com s'ha anat mostrant, destaca per diversos motius. Però, és clau recalcar el gran treball de les brigades que s'han anat format en totes les campanyes, juntament amb els diferents equips internacionals, que han anat any rere any desenterrant la memòria del municipi. La tipologia del jaciment permet observar de manera clara un emplaçament defensiu, conformat per trinxeres i nius de metralladores, i en un bon estat de conservació. Permet també la realització d'estudis de caràcter militar i estratègic esplèndids. Pel que fa al material extret, s'ha pogut obtenir grans quantitats de peces que aporten una àmplia informació històrica de l'època, com és el cas de: ampolles, un tub de llet condensada, una brotxa d'afaitar i tota classe d'armament militar (morters, bombes d'aviació, granades de mà i grans quantitats de cartutxos).

MÀUSER ESPANYOL MODEL 1893

Citant el manual *Fusil Mauser Español, Modelo 1893. Descripción y manejo del arma* per la Secretaria de Guerra l'any 1896: “el fusell Màuser, model espanyol, adoptat per a la nostra Infanteria, és dels anomenats de forrellat, per la semblança que té aquest vulgar mecanisme amb la peça de tancament”⁴. Per tant, es pot descriure el fusell com una arma de repetició tipus Màuser, caracteritzada “pel seu tancament de forrellat, que permetia fer trets de manera successiva sense haver d'alimentar l'arma amb cartutxos cada vegada”⁵.

[GRÀFIC 1] Materials arqueològics excavats en el Sector Nord-Oest. Dades extretes de: AGIRRE-MAULEON, J. (coord.). *Lemoatx 1937, la última victoria del Ejército Vasco*. Donostia-San Sebastian: Aranzadi Zientzia Elkarte, 2018, p. 148.



4



[4] Màuser Espanyol Model 1893 complet i amb un bon estat de conservació (Fotografia: Museo Militar de Burgos).

El fusell Màuser Model 1893, ⁴ també anomenat com a Màuser Espanyol i col·loquialment com a *chopo*, ja que es va convertir en el fusell reglamentari que portaven tant els cossos policials com els cossos de l'Exèrcit espanyol, es complementava amb el ganivet-baioneta model 1893, dictaminat pel Reial Decret del 7 de desembre de 1893. Els enginyers militars espanyols van realitzar una sèrie de millores i modificacions al Màuser original provenint d'Alemanya, motiu pel qual també se l'ha dotat amb aquesta terminologia.

El fusell M1893 tenia establert un període de duració d'aproximadament 25 anys. El canó estava preparat per poder disparar, amb una precisió acceptable, fins a 10.000 cartutxos. Suportava un foc continu sense que per això en resultés afectada la precisió i el funcionament quedava assegurat en les pitjors condicions climatològiques. El seu manteniment era senzill i podia passar llargs períodes de temps sense netejar ni greixar. Resistent a les caigudes i cops, aquest model era ideal per a l'ocupació de la infanteria.

Aquest model de Màuser, que presentava una sèrie de millores que l'allunyava i diferenciava del model M1892, estava constituït de nou parts principals: el canó amb el mecanisme de punteria, el calaix de tancament, el tancament, el mecanisme d'expulsió, el mecanisme de tir, el dipòsit, la muntura, les guarnicions i, finalment, la baioneta.

La història que envolta al fusell Màuser 1893 és molt extensa, només en mans de l'Exèrcit espanyol, ha estat present entre les seves files al llarg de seixanta-dos anys, des de l'any de la seva primera fabricació, el 1893, fins a l'any 1958, que va deixar d'utilitzar-se, sent reemplaçat pels fusells automàtics i semiautomàtics. El fusell M1893 ha participat en mans espanyoles en vuit conflictes bèl·lics, establint així un renom com a fusell de forrellat fiable, mortífer i de grans prestacions. És important afegir que aquest model va ser venut també a altres països

rebut, però, diverses modificacions segons el país on era destinat, trobant així models com, per exemple, el M1893 versió otomana o el M1893 model belga.

L'oportunitat de demostrar el potencial militar que presentava aquest fusell va ser a la Guerra Hispano-estatunidenca, conflicte que va enfrontar l'Exèrcit espanyol contra els insurrectes cubans i les forces dels Estats Units, l'any 1895 fins a l'any 1898. Tot i que es considera com la primera aparició del nou fusell espanyol, en un conflicte d'aquestes magnituds, ja s'havia usat durant la Guerra de Margallo, contra les tribus insurrectes del Rif al Marroc, conflicte anomenat també com la Primera Guerra del Rif, que va tenir lloc entre els anys 1893 i 1894.

Les restes arqueològiques que s'han trobat al municipi de Lemoa asseguren i corroboren la utilització del fusell Màuser 1893 durant la Guerra Civil Espanyola. És també pel simple fet que el fusell M-93, era l'arma reglamentària per a les forces de l'ordre i les forces militars en el moment en el qual es produeix l'aixecament, per tant, podem suposar que gran part de la seva utilització va ser en mans de l'Exèrcit nacional. Els historiadors afirmen que l'Exèrcit republicà va utilitzar més de 60 tipus de fusells diferents, enfront del bàndol nacional que en va utilitzar un nombre més limitat.

Els fusells M1893 es van modernitzar a la dècada dels anys cinquanta; tot i això, es van fer servir fins i tot més temps, encara que el desenvolupament generalitzat de fusells semiautomàtics després de la Segona Guerra Mundial ràpidament va fer que els Màusers fossin adequats només per a tasques de segona línia.

En primer lloc, la gran línia de fusells Màusers va ser originària de l'armer Paul Màuser (Oberndorf am Neckar, 1838-1914), que va ser un dissenyador i fabricant d'armes alemany; juntament amb el seu germà, Wilhelm Màuser, van dissenyar el Màuser 1871, el que seria el primer fusell dins de l'exitosa línia de fusells Màuser. Conegut amb

el nom de Gewehr 71, va ser el primer fusell de cartutx metàl·lic de l'Imperi Alemany.

Pel que respecta a la fabricació nacional del M1893, no va ser fins a l'any 1896 que es va començar a fabricar dins del territori espanyol. Fins aquell moment, van ser cinc empreses estrangeres que van ocupar la producció i subministrament d'aquest model.

CAS D'ESTUDI: INTERVENCIÓ DE LA PEÇA

1. EXAMEN ORGANOLÈPTIC

El suport presenta diverses alteracions que posen en perill la seva conservació i dificulten la seva llegibilitat: fragmentacions, deformacions, parts debilitades, absència i pèrdua de suport i una forta alteració a causa de la corrosió que s'ha dipositat en la superfície de la peça. És per això, que es pot afirmar que l'estat de conservació del suport és dolent.

Pel que fa a la fragmentació del suport, es pot observar en el disparador, el canó i l'alça, es troba en forma de fragmentacions completes i esquerdes al disparador i també fissures i microfissures al canó i a l'alça. Aquesta fragmentació ha estat provocada per la corrosió i el pes de la terra d'excavació.

El suport es troba debilitat i molt prim en quasi tota la superfície de la peça, especialment en el disparador. Les esquerdes que presenta són laminars i longitudinals; aquesta debilitació del suport també afecta el calaix de mecanismes al qual, tot i que no està molt debilitat, es pot observar com un seguit de fissures de diverses dimensions

afecten la part superior, on es troba el projectil, i la part inferior.

En general, el suport no està molt deformat, a excepció de dues parts concretes de la peça: el disparador ha patit una deformació, posant en perill la consistència del suport, i en l'alça, el suport es troba deformat lleugerament cap a dalt. Aquestes deformacions que presenten dues parts de la peça han estat provocades o bé pel pes de la terra durant tot el temps d'enterrament, o bé a l'hora de la seva extracció; també han pogut estar ocasionades per la corrosió, com és el cas de la deformació que es troba en l'alça.

L'estudi històric ha demostrat que la peça no es troba en la seva forma originària, ja que es pot observar una absència de suport, on l'estructura de fusta que recobria l'ànima metàl·lica, la muntura, ha desaparegut. Si ens centrem en el suport metàl·lic que s'ha conservat, es pot veure que també presenta una sèrie d'absències, tant en el disparador com en el punt de mira.

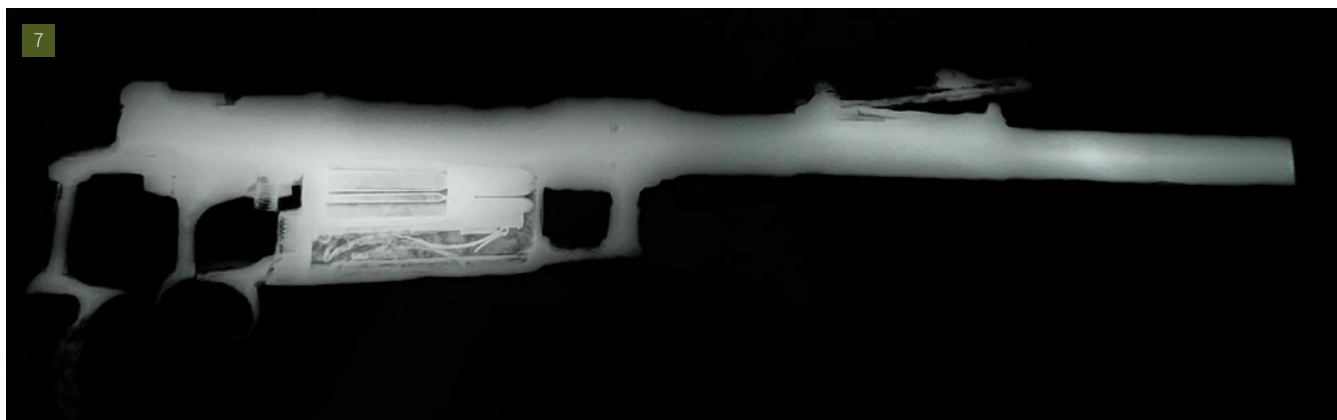
Es pot veure com la peça es troba recoberta totalment per una capa de corrosió que s'ha generat de manera laminar.

5 i **6** Aquestes laminacions provoquen pèrdues de suport o de seccions per tota la superfície metàl·lica. És en aquestes parts on es pot observar de manera més clara aquesta disposició de la corrosió: en el disparador, la caixa de mecanismes i el canó. Aquestes laminacions debiliten el suport i el posen en perill, ja que es pot desprendre o perdre's, reduint al mateix temps la cohesió interna del suport metàl·lic.

[5] Fotografia de detall del canó. S'observa l'empremta de la fusta original sobre els agents de corrosió.

[6] Fotografia de detall de la caixa de mecanismes. S'observa com els agents de corrosió s'han dipositat de manera laminar (Fotografies: Álvaro García).





La peça es troba, tota sencera, en un estat de corrosió molt agreujat, afectada per diferents productes de corrosió presents en tota la superfície. Cal dir que aquesta corrosió es disposa en molts dels casos de manera laminar; també es veu com ha afectat la peça mitjançant el que es coneix com a *pitting* o picadures, disposades de manera irregular per tota la peça. En el punt de mira es pot observar com la corrosió ha provocat un lleuger guany de volum.

Així mateix, la corrosió es troba dipositada de manera estratificada, superposant diversos productes de corrosió. Com a última forma de corrosió, es pot comprovar com en aquesta ha quedat l'empremta de la fusta que estava originàriament i que actualment s'ha perdut. ⁵ i ⁶

Es troben diferents productes de corrosió que afecten la peça. En primer lloc, s'observen diferents òxids: magnetita, hematites vermella o oligist. En segon lloc, es considera la presència d'hidròxids de ferro, com la limonita, en punts molt concrets com el canó o punts de la caixa de mecanismes. De la mateixa manera, es troben diversos punts afectats per la goethita.

Pel que fa als carbonats, possiblement ens trobem davant de la presència de siderita, en punts molt concrets de la superfície metàl·lica. També és possible la presència de clorurs no visibles que posen en perill la peça, a causa de la seva cristallització interna.

2. ANÀLISIS FISCOQUÍMIQUES

Un cop realitzat l'examen organolèptic, és clau per garantir un bon procés de conservació-restauració, realitzar un seguit d'anàlisis fisicoquímiques. Aquest conjunt d'anàlisis i tècniques donen informació fisicoquímica del suport i dels diferents materials que seran intervinguts amb posterioritat. Per a aquest cas d'estudi i intervenció s'han dut a terme les següents anàlisis, exposades aquí de menor

a major grau d'invasió a la peça: radiografia, mesura de pH i conductivitat, prova del nucli metàl·lic i anàlisi LIBS.

Per a la redacció d'aquest article es mostraran les proves i resultats tant de la radiografia com els mostres i resultats extrets mitjançant la tècnica LIBS, que es van utilitzar per aclarir dubtes a l'hora d'identificar els materials.

1. Radiografia:

En aquest cas d'estudi, la radiografia es va realitzar amb el principal objectiu d'observar si la peça contenia un nucli metàl·lic i observar amb major precisió els mecanismes d'acer que confeccionen el fusell. Les fotografies radiogràfiques es van realitzar al Centre de Restauració de Béns Mobles de Catalunya a Sant Cugat del Vallès. ⁷

Per dur a terme el mostreig, es va incidir amb radiació electromagnètica tota la superfície de la peça.

Resultats i conclusions: La radiografia evidencia la presència del nucli metàl·lic de la peça en el seu interior, sota la capa estable de corrosió que s'ha anat formant amb el pas dels anys. S'han pogut identificar també els diferents components que confeccionen la caixa de mecanismes del fusell Màuser Espanyol 1893. A les radiografies no s'observa cap classe de fractura interna o cap deformació que no s'hagi pogut observar en realitzar l'examen organolèptic. També veiem com la peça es troba massissa i com aquest nucli metàl·lic present no està fraccionat ni dividit en peces més petites.

2. LIBS:

LIBS, *Laser Induced Breakdown Spectroscopy*, és una tècnica espectroscòpica basada en l'anàlisi espectroscòpica del plasma d'ablació que s'obté amb la interacció d'un feix làser amb un material. La tècnica LIBS és una tècnica on l'anàlisi es fa sobre una superfície de gairebé uns

[7] Radiografia de la caixa de mecanismes, el disparador, l'alça, el tancament i part del canó, on es pot veure el nucli metàl·lic (Fotografia: Centre de Restauració de Béns Mobles de Catalunya).

micròmetres de diàmetre; ofereix un resultat aproximat, és a dir, no dona com a resultat una quantitat exacta, per això parlem d'una tècnica semiquantitativa.

L'objectiu que persegueix aquesta anàlisi espectroscòpica és la voluntat d'aconseguir informació semiquantitativa dels diferents elements que configuren la peça; corroborar també si el fusell està fabricat i manufacturat amb acer, un aliatge del ferro que s'obté mitjançant la unió de ferro i carboni. En últim lloc, es van analitzar les capes de corrosió, identificant d'aquesta manera els agents de corrosió que afecten i posen en perill la peça.

Per a l'anàlisi espectroscòpica s'han enviat dues mostres al *Departamento de Sistemas de Baja Dimensionalidad, Superficies y Materia Condensada* de l'*Instituto de Química Física "Rocasolano"* (pertanyent al CSIC). La primera mostra rep la nomenclatura de "Mausser" i la segona rep el nom de "M1" (mostra 1). Les mostres han estat analitzades amb l'ajuda de les dades obtingudes de la pàgina web de: NIST-NATIONAL INSTITUTE OF STANDARDS AND TECHNOLOGY. *ASD - Atomic Spectre Database*. [En línia]: https://physics.nist.gov/PhysRefData/ASD/lines_form.html> **GRÀFIC 2**

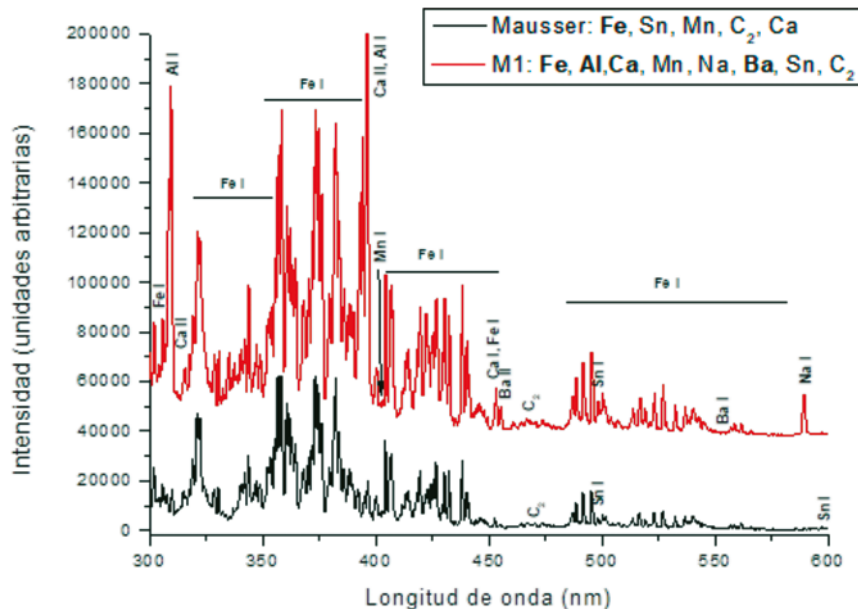
Resultats, identificació i comparació dels resultats: en els dos casos s'observa la presència de ferro i carboni, elements que es pot pensar que es troben combinats formant un aliatge, l'acer i, per tant, es pot arribar a la conclusió que és el material que compon el fusell intervingut. En els dos casos el ferro és l'element principal.

L'estany també és un element que es troba present en les dues mostres i es pot arribar a pensar que forma part del suport i no prové del medi en el qual ha estat enterrada la peça o de la corrosió que s'ha format durant tot aquest temps d'enterrament. L'estany és un element que s'utilitza en molts casos com a protector del ferro i d'altres materials usats en la fabricació de llaunes de conserves; es pot suposar que en el moment de fabricació de l'arma es va utilitzar estany amb aquesta funció protectora i, encara que ara no el trobem visible en el suport, les molècules d'estany continuen presents.

Gràcies a la recerca bibliogràfica realitzada es va obtenir informació sobre el procés de fabricació d'armes portàtils a la *Fàbrica Nacional de Armas* a Oviedo. En els documents investigats s'indicava que, durant la fabricació de l'acer fet servir per a la manufactura de fusells i pistoles, s'afegien a l'acer fos quantitats de manganès i de bòrax, un producte derivat del bor. Pot ser per aquest motiu que, com a resultat de l'anàlisi de les mostres, trobem la presència en els dos casos de manganès. El bari, per altra banda, només apareix en la mostra "M1"; la seva presència pot ser gràcies a la seva utilització durant el procés de fabricació del fusell o es pot trobar en el medi d'enterrament i, actualment, formar part dels dipòsits o agents de corrosió.

El cas de l'alumini, que apareix únicament en la mostra "M1", trastoca molt la seva interpretació, ja que no s'ha trobat cap registre de la seva utilització durant el procés de fabricació i és estranya la seva presència en el medi

GRÀFIC 2



[GRÀFIC 2] Resultats de l'anàlisi LIBS de les dues mostres "Mausser" i "M1" (Autoria: Mohamed Oujja, CSIC).

d'enterrament. La hipòtesi donada per tal d'explicar la presència de l'alumini dins de la mostra "M1" és la possible contaminació d'aquesta. L'alumini és un material present en les eines utilitzades per a l'eliminació de la corrosió, més concretament per a la intervenció del fusell s'han utilitzat capçals d'alumini, formats per mil·limètrics "pèls" d'alumini.

Finalment, el calci, que es troba únicament en la mostra "M1"; és possible que la seva presència sigui donada per la terra d'excavació residual que ha quedat dipositada sobre els agents de corrosió. El calci es troba present en grans quantitats en el medi d'enterrament, tractant-se del cinquè material més present en l'escorça terrestre; la carbonatació de la terra pot ser donada per la presència de calci.

3. JUSTIFICACIÓ

Tenint en compte el mal estat de conservació que presenta la peça i les diferents degradacions que l'afecten (fragmentacions, deformacions i absències de suport, zones debilitades i un estat de corrosió molt agreujat), és necessari realitzar un procés de conservació-restauració amb l'objectiu d'aturar i reduir els processos de degradació assenyalats.

Per al procés de conservació-restauració d'aquesta peça s'aplicarà un criteri arqueològic-museístic, limitant la intervenció a la neteja i estabilització del suport metàl·lic (acer en aquest cas), així com la consolidació d'aquelles parts que ho requereixin.

A causa de la seva naturalesa sensible a les condicions ambientals, i a causa de la seva delicada manipulació, s'elaborarà un embalatge preventiu adequat, amb l'objectiu de respectar els paràmetres ambientals adients per a la seva conservació futura.

4. PROCÉS D'INTERVENCIÓ

1. Eliminació mecànica en sec dels dipòsits superficials i la terra poc adherida

En primer lloc, i després d'elaborar les anàlisis i mesures corresponents, s'ha procedit a l'eliminació i remoció dels dipòsits superficials poc adherits, és a dir, neteja de la brutícia i la pols. Aquest procés s'ha realitzat fent ús de pinzells de petites dimensions i paletines, eines que exerceixen poca força mecànica, per tal de no ratllar o fer malbé la superfície metàl·lica que es troba lliure de corrosió o, en gran manera, deformada i debilitada.

Seguidament, per eliminar la terra d'excavació poc adherida, s'ha emprat un bisturí, ja que presentava una resistència major que la pols i la brutícia.

2. Eliminació de la terra carbonatada i dipòsits superficials molt adherits

Fent servir la mateixa dinàmica que en el punt anterior, s'ha procedit a la remoció i neteja dels dipòsits superficials que es trobaven més adherits a la superfície de la peça, que en aquest cas era la terra d'excavació carbonatada. La seva respectiva neteja s'ha realitzat utilitzant el mateix bisturí usat amb anterioritat i una paletina. En tot moment s'ha fet servir una aspiradora per retirar la pols i les restes de terra que s'anaven despenant a poc a poc.

3. Eliminació de la corrosió superficial mitjançant procediment mecànic

Aquest ha estat el procés que, donada la seva complexitat, ha requerit més esforç al llarg de tota la restauració i estabilització de la peça. La remoció total de la corrosió superficial ha durat gairebé dos mesos. Cal afegir que el procés d'eliminació de la corrosió de manera mecànica, s'ha dut a terme de manera combinada amb el punt següent, amb l'objectiu que els quelants disminuïssin la forta duresa de les capes de corrosió dipositades sobre el suport metàl·lic. La finalitat d'aquest procés de neteja és eliminar els agents de corrosió que afecten el suport i deixar a la vista la capa final de magnetita, que es troba estable. És impossible recuperar la seva llegibilitat original, és a dir, es pot donar el cas que la corrosió hagi eliminat el número d'unitat del fusell, així com el nom del seu fabricant. Malgrat això, l'objectiu d'aquest procés és deixar a la vista una capa estable de magnetita, que permet una gran llegibilitat de les parts que conformen la peça intervinguda.

En primer lloc, es va fer ús d'un microtorn ⁸ per tal d'eliminar les capes de corrosió produïdes per òxids i hidròxids de ferro. S'han emprat diferents capçals o freses durant el procés de neteja, en funció de quin objectiu se seguia en cada moment. Per a l'eliminació de la corrosió superficial més endurida s'ha fet ús de freses de punta de diamant.

El capçal més utilitzat ha estat el de corindó vermell, que s'ha usat per a la neteja dels possibles dipòsits de magnetita, hematites vermella, limonita i goethita. Juntament, s'ha fet ús de diferents capçals de filferro d'acer, un cop s'havien eliminat els agents de corrosió



[8] Eliminació dels agents de corrosió mitjançant un microtorn, amb un capçal de corindó.

[9] Eliminació dels agents de corrosió mitjançant una espàtula d'ultrasons (Fotografies: Álvaro García).

que oferien una major resistència mecànica. Després de realitzar l'eliminació de la corrosió, es va fer ús de fereses de feltre, de crinera i de pell de cérvol. Aquests raspalls s'han utilitzat per polir la superfície metàl·lica, un cop arribats a la capa estable de magnetita, i permeten eliminar les restes de pols que s'han dipositat en el suport durant la remoció de la corrosió.

Es va combinar l'ús mecànic del microtorn, amb la utilització de l'espàtula d'ultrasons. ⁹ Va donar un bon resultat a potències força elevades a causa de la duresa dels agents de corrosió. Tot i que el material metàl·lic és força resistent a l'espàtula d'ultrasons, es va emprar en tot moment amb molta cura, perquè podia ratllar la peça; va permetre eliminar la corrosió en punts molt estrets o de racons que la fresa de corindó, amb una dimensió molt més gran, no podia accedir.

En un primer moment, com bé es formulava a l'anàlisi organolèptica, la corrosió es trobava en forma laminar en punts concrets de la peça: en el disparador, la caixa de mecanismes i en el canó. Aquests dipòsits de corrosió s'han tret amb molta facilitat utilitzant únicament un bisturí, ja que s'han anat desprenent en grans blocs, deixant a tota la forma original de la peça.



També s'ha tingut molta cura pel fet que, en un moment del procés, s'ha aconseguit arribar al que podem anomenar com "acer original", superfície que presentava una gran brillantor i cap capa de corrosió, un estrat sensible al microtorn i a l'espàtula d'ultrasons, és a dir, que es podia córrer el risc de ratllar el metall. Una de les línies d'acció que s'ha posat sobre la taula, en el moment en què s'ha arribat a aquest nivell, era la d'aconseguir trobar "l'acer original" en tota la peça, però s'ha descartat per la gran dificultat i l'elevat risc de pèrdua de la patina de magnetita estable.

4. Eliminació de la corrosió superficial mitjançant un procediment aquós

Aquest procés, com s'ha comentat anteriorment, s'ha dut a terme durant l'eliminació de la corrosió mitjançant eines mecàniques; és, per tant, per a aquesta peça en qüestió, que s'entén com un procés auxiliar de remoció de la corrosió superficial, ja que amb el ferro o l'acer es treballa, principalment, amb eines mecàniques.

Tot i això, s'ha dissenyat un procediment aquós específic per tal d'eliminar la corrosió superficial. S'ha elaborat una solució tamponada, un *buffer*, en consonància amb el pH de seguretat dels materials metàl·lics. Per tal d'augmentar

la força de neteja, s'ha afegit un quelant a la solució tamponada: DTPA. Aquest *buffer* s'ha aplicat en forma gelificada, amb gelificacions d'agar-agar, utilitzant un pinzell i raspalls petits.

- *Buffer* utilitzat: *buffer* de borat sòdic al 0,2% juntament amb DTPA al 4%, fent la funció de quelant. El pH que presenta la solució tamponada és de 8,8.

Les gelificacions s'han aplicat per tota la peça i en funció de la zona on es treballava mecànicament, combinant els dos sistemes de neteja.^[10] L'aplicació del gel ha anat variant en funció del temps i del mateix control que es tenia sobre el gel, és a dir, segons s'ha anat coneixent el poder de neteja que tenia la solució tamponada. S'ha aplicat des d'un mínim de 20 minuts fins a un màxim d'1 hora.

5. Esbandit final i control de pH i conductivitat

Després d'eliminar tota la corrosió superficial i deixar una capa estable de magnetita, s'ha procedit a l'esbandit final amb aigua desionitzada. En tractar-se d'un material no porós, i efectuant-se el procediment de manera mesurada i controlada, es pot aplicar aquest tipus de productes, amb la intenció de deixar a la peça un pH estable i una conductivitat adequada.

Dels resultats extrets, després de realitzar el procés d'intervenció i el corresponent esbandit, **TAULA 1** es pot concloure que els valors mitjans de conductivitat i pH han augmentat lleugerament. En el cas del pH, ha augmentat un 0,8 més, tornant la peça molt més estable, apropant el valor mitjà cap a un rang molt més segur, pel que fa a aquesta tipologia de béns (7-8), molt més estable i neutre que el pH inicial abans d'intervenir la peça. En el cas de la conductivitat, també observem un augment d'un 0,067; tot i produir-se un augment, la conductivitat final es troba en un valor que no posa en perill l'estabilitat de la peça ni compromet la seva conservació futura.

TAULA 1		
	pH MITJÀ	CONDUCTIVITAT MITJANA
ABANS DEL PROCÉS	6'54	0'433 µS
DESPRÉS DE LA INTERVENCIÓ	7'34	0'5 µS
DIFERÈNCIA	+ 0'8	+ 0'067

[Taula 1] Resultats abans i després de la intervenció: càlcul del pH i de la conductivitat mitjana.



6. Desgreixat

Posteriorment, un cop finalitzada ja la intervenció de la corrosió i preses les mesures finals, es passa al desgreixat de la superfície metàl·lica de la peça. Aquest procés engloba l'eliminació, de manera correcta, de les restes de greixos que es poden trobar en la superfície, fruit de possibles manipulacions de la peça sense guants o altres condicionants externs; també assegura un bon assecatge de la peça abans de la seva inhibició. El procés s'ha realitzat utilitzant escovillons de cotó amb etanol.

7. Inhibició

És l'últim procés abans d'embalar i emmagatzemar la peça. S'han aplicat dues capes d'inhibidor de la corrosió: àcid tànnic diluït al 2% en etanol, fent ús d'un pinzell per aplicar el producte, juntament amb una mascareta per evitar la inhalació de gasos tòxics que desprèn l'inhibidor.

En les zones on es pot observar el que s'anomena com acer original (part del canó i zona final del punt de mira), s'ha aplicat una tercera capa, perquè podria ser un punt on hi ha perill que es tornin a desenvolupar agents de corrosió. Tot i que s'ha eliminat la totalitat o en gran manera la corrosió, s'aplica aquest producte per tal d'evitar una corrosió del metall a posteriori.

8. Embalatge i conservació preventiva

Per finalitzar amb el procés d'intervenció, s'ha procedit a realitzar un embalatge adequat per a la peça. S'ha agafat una escuma de polietilè, prèviament netejada amb etanol i H₂O al 70%, i s'ha dibuixat, en el mig, una superfície igual al perímetre o contorn de la peça.

[10] Aplicació de gelificacions d'agarosa a la caixa de mecanismes i al disparador (Fotografia: Álvaro García).

⁶ Traducció de l'autor del present article de l'original en castellà: DÍAZ MARTÍNEZ, S.; GARCÍA ALONSO, E. *Técnicas metodológicas aplicadas a la conservación-restauración de patrimonio metálico*. Madrid: Ministerio de Cultura, Secretaría General Técnica, Subdirección General de Publicaciones, Información y Documentación, 2011, p. 45.

Un cop s'ha dipositat la peça dins de l'escuma, es confeccionen els diferents materials de conservació preventiva que s'ubicaran dins l'emalatge, amb l'objectiu d'assegurar una atmosfera correcta, guiada pels paràmetres ambientals de seguretat que es troben en el pla de conservació preventiva. Dins de la caixa, en una bosseta cosida a mà, es posa un agent estabilitzador d'humitat i un inhibidor de la corrosió en fase vapor.

- Estabilitzador d'humitat: ArtSorb® (gel de sílice) preacondicionat al 40% d'Humitat Relativa.
- Inhibidor de la corrosió en fase vapor: Propadyn Museart® Type 35, per a una Humitat Relativa al 35%.

11

PLA DE CONSERVACIÓ PREVENTIVA

"El control mediambiental, resulta fonamental per a la conservació dels béns patrimonials. Els metalls són bastant estables davant les causes d'alteració per separat. En general, resisteixen bé les altes temperatures, l'exposició a la llum i no tant la humitat".⁶

Tot i això, tenir una atmosfera o ambient controlat i adequat per a la peça metàl·lica és essencial per evitar que la corrosió i les degradacions que han estat eliminades tornin al seu punt inicial i posin en risc, de nou, el seu estat de conservació i la seva llegibilitat.

Per culpa de la naturalesa dels metalls, és a dir, la seva tendència a tornar-se cada cop més estables, procés pel qual els metalls tendeixen a corroir-se, cal evitar a tot preu dipositar la peça en un ambient que acceleri aquest procés. És per això que s'estableix un seguit de paràmetres mediambientals i un pla de conservació preventiva.

En la cura de les peces, sigui per a exposicions o emmagatzematge, és crucial mantenir un control periòdic sobre l'atmosfera en la qual es dipositen, evitant fluctuacions abruptes. La humitat no ha de superar el 40%, oscil·lant idealment entre un 20% i un 30%. La temperatura recomanada es troba entre 15 °C i 20 °C. La humitat

relativa i la temperatura estan interrelacionades i el descuit d'aquests factors pot provocar oxidació, corrosió, deformacions o ruptures.

L'atmosfera ha de ser neta, sense pols ni gasos contaminants. Les peces metàl·liques, fins i tot en interiors, poden veure's afectades per gasos contaminants, com el diòxid de sofre (SO₂), que prové principalment de la combustió del carbó i pot causar corrosió. Encara que el metall no és sensible a la llum, s'ha de limitar la il·luminació a no més de 400 lux.

Se suggereixen mesures addicionals per prevenir l'oxidació i corrosió:

- Evitar el contacte directe de la peça amb altres metalls, sigui en vitrines d'exposició o emmagatzematge, per prevenir la corrosió per reacció electroquímica.
- Allunyar objectes metàl·lics de mobles de fusta sense tractar o altres materials orgànics, ja que els gasos alliberats poden afavorir la degradació per corrosió.

CONCLUSIONS

En la conclusió de l'article es destaca la importància de revisar els objectius plantejats en un inici. Es recorda que el projecte es va centrar en dos objectius principals: un de teòric, que buscava identificar la tipologia del fusell, i un altre de pràctic, que s'enfocava a restaurar la peça per revertir el seu estat de conservació, molt degradat.

En l'àmbit teòric, la identificació del model va resultar laboriosa a causa de la diversitat de models de fusells del segle XIX i XX. No obstant això, la recerca bibliogràfica va permetre identificar el fusell com un Màuser Espanyol Model 1893. A escala pràctica, la peça presentava un estat de conservació deficient, amb corrosió avançada i risc de mineralització. La corrosió dificultava la llegibilitat de la peça, motiu pel qual es van implementar tècniques de neteja mecànica i aquosa per revertir les degradacions.

[11] Fotografia de la peça després del tractament, dins de l'emalatge de seguretat (Fotografia: Álvaro García).



Es destaca l'eficiència de la combinació de mètodes tradicionals i moderns en el procés de conservació-restauració, com l'eliminació de corrosió superficial mitjançant una solució tamponada i gels d'agar-agar, un mètode poc comú en intervencions en metalls contemporanis. Es conclou que es van complir les hipòtesis i objectius del projecte, servint aquest article com un exemple per a futures intervencions en materials arqueològics d'acer.

Per finalitzar, cal afegir que s'hauria d'iniciar una futura línia d'investigació per a possibles projectes: per conèixer

el passat i garantir la divulgació dels coneixements adquirits, gràcies a l'estudi i investigacions, cal fer una bona museïtzació de les peces restaurades, on la informació que s'exposi ha de ser clara i presentada d'una manera entenedora. El cas particular que hem observat en aquest treball resulta molt diferent del d'altres fusells Màuser Model 1893 que s'exposen en els diferents museus històrics militars arreu del territori espanyol, que es troben exposats de manera completa, és a dir, de manera que s'observa l'estructura de fusta i no es mostra l'ànima metàl·lica.

BIBLIOGRAFIA

BAUDINO, M; VAN VLIMMEREN, G. *Paul Mauser: his life, company and handgun development 1838-1914*. Galesburg (Illinois, USA): Brad Simpson Publishing, 2017.

HERRÁEZ, J.A. [et al.] (coords.). *Manual de seguimiento y análisis de condiciones ambientales*. Madrid: Ministerio de Educación, Cultura y Deporte, Secretaría General Técnica, Subdirección General de Documentación y Publicaciones, 2014.

GARCÍA ALONSO, E.; BUESO MANZANAS, M. "La radiografía al servicio de la restauración: su aplicación en armamento ibérico". *Boletín del Museo Arqueológico Nacional*. Vol. 33 (2015), p. 330-343.

GONZÁLEZ RUIBAL, A. *Arqueología de la Guerra Civil Española en el Frente de Guadalajara. Informe de las excavaciones arqueológicas en los restos de la Guerra Civil en El Castillo de Abánades. Campaña de 2010*. Madrid: Laboratorio de Patrimonio-Consejo Superior de Investigaciones Científicas, 2010.

MARÍN ORTEGA, S. T3. 3. *Ferro*. Presentació PowerPoint. Barcelona: ESCRBC, Clase de Principis teòrics i pràctics de conservació i restauració de béns arqueològics, 2021.

MOLINA FRANCO, F; MANRIQUE GARCÍA, J.M. *Armas y Uniformes de la Guerra Civil Española*. Madrid: Tikal-Susaeta Ediciones, S.A, 2012 (Militaria).

VILLALOBOS RUIZ, R. "Aplicación de radiografía en el Patrimonio Histórico". *MoleQla: revista de Ciencias de la Universidad Pablo de Olavide*. (2020), núm. 40, p. 46-49.



**Des de 2001
donem suport a la
difusió de la recerca
en Conservació
i Restauració**

