

Ús de solucions tampó gelificades per a la remoció de pintades vandàliques a la naveta des Tudons (Menorca)

La naveta des Tudons forma part de l'excelsional conjunt monumental prehistòric de Menorca i està considerada la construcció més important de la prehistòria balear i un dels edificis conservats més antics d'Europa. El març de l'any 2018, el monument fou víctima d'un acte vandàlic sense precedents a Menorca: 88 pintades fetes amb esprai negre que afectaren 81 dels blocs de pedra que formen part de l'edifici. Per a la remoció de les pintades es va dissenyar un sistema de neteja seguint la metodologia de treball aquí amb solucions tampó, quelants, gels i emulsions sense tensioactiu del Dr. Richard Wolbers.

Use of Gelled Buffer Solutions to Remove Graffiti from the Naveta des Tudons (Menorca)

The naveta des Tudons forms part of an exceptional prehistoric group of monuments in Menorca and is considered to be the most important prehistoric Balearic construction and one of the oldest preserved buildings in Europe. In March 2018 the monument suffered an unprecedented act of vandalism in Menorca: 88 separate pieces of graffiti were painted with black spray paint on 81 of the stone blocks which form part of the building. To remove the graffiti, a cleaning system was designed based on the Dr. Richard Wolbers aqueous method using buffer solutions, gels and emulsions which do not contain tensioactive agents.

Aleix Barberà Giné. Conservador-restaurador de béns culturals. Professor associat de la Universitat de Lleida
Curator-Restorer of Cultural Heritage. Associate Lecturer at the University of Lérida.
aleixbg@gmail.com

Silvia Marín Ortega. Professora de conservació i restauració de l'especialitat de béns arqueològics de l'ESCRBCC. Arqueòloga i conservadora-restauradora de béns culturals.
Lecturer in Preservation and Restoration in the specialist subject Archaeological Artefacts at the ESCRBCC. Archaeologist and Curator-Restorer of Cultural Heritage.
marinortegasilvia@gmail.com

Francesc Isbert Vaquer. Conservador-restaurador de béns culturals.
Curator-Restorer of Cultural Heritage.
xisbert@gmail.com

Paraules clau: naveta, cultura talaiòtica, colonització biològica, solució tampó, acte vandàlic, grafit.
Keywords: naveta, talaiotic culture, biological colonisation, buffer solution, act of vandalism, graffiti

Data de recepció: 21-02-2019 > **Data d'acceptació:** 24-2-2019 / **Date recieved:** 21-02-2019 > **Date accepted:** 24-2-2019.



INTRODUCCIÓ¹

El 17 de març de l'any 2018 la premsa es feia ressò d'un atac vandàlic a la naveta des Tudons, ocorregut el dia anterior i del qual n'hauria donat avís el veí de Ciutadella Òscar Pons Martí. L'atac consistí en un total de 88 pintades amb esprai de pintura en aerosol de color negre que afectaren 81 de les pedres que conformen el monument, repartides entre totes les cares del seu perímetre i a diferents alçades. **1**

Ubicada a la finca Es Tudons, al terme municipal de Ciutadella, l'anomenada naveta des Tudons és el monument més emblemàtic i visitat de l'illa de Menorca. Va ser excavada i restaurada l'any 1959 per Maria Lluïsa Serra i Lluís Pericot amb el resultat de l'estat de conservació immillorable que presentava fins que va ocórrer l'acte vandàlic. Forma part de l'excel·lent conjunt monumental prehistòric de Menorca i està considerada la construcció més important de la prehistòria balear i un dels edificis conservats més antics d'Europa.

DESCRIPCIÓ

Les navetes funeràries s'emmarquen dins el període que es coneix com a prototalaiòtic (1.050-850 aC) durant el qual els pobladors de Menorca abandonen els hàbitats dispersos de cases naviformes per concentrar-se en nuclis poblacionals més grans. La naveta des Tudons és un edifici funeràri orientat al sud-oest i, com el seu nom indica, és un edifici amb forma de nau invertida. Presenta una cambra principal dividida en dos pisos; al superior s'hi accedeix a través d'una xemeneia situada a l'avantcambra.



[1] Vista general de la naveta des Tudons abans d'iniciar les proves de neteja (Fotografia: Francesc Isbert).

És un monument ciclopi pseudoisòdom construït a partir de grans blocs de pedra tallada i encaixada amb la tècnica de pedra en sec, sense cap mena de morter d'unió entre ells. El pis superior i la coberta són de lloses, a diferència dels paraments ciclopis.

La naveta és descoberta l'any 1818 per Joan Ramis i Ramis però no és excavada ni restaurada fins a l'any 1959, sota la direcció de Lluís Pericot i Maria Lluïsa Serra. Durant les campanyes de 1959 es van trobar una gran quantitat



2

[2] Vista aèria del monument amb anterioritat a l'atac vandàlic (Fotografia: Consell Insular de Menorca).

d'ossos humans disseminats per la cambra sense un ordre aparent juntament amb una sèrie de peces ceràmiques i alguns ornaments personals com botons, punxons d'os, braçalets i denes bicòniques de bronze.¹ Les dimensions de la naveta són de 13,6 m de llarg per 6,4 m d'ample i 4,5 m d'alçada. **[2]**

ANTECEDENTS

Un acte vandàlic de tal envergadura sobre el patrimoni cultural no tenia cap mena de precedent a l'illa de Menorca. La gravetat dels danys va fomentar que la premsa local i nacional es fes ressò de la notícia i, en conseqüència, el Servei de Patrimoni del Consell Insular de Menorca va rebre una allau de propostes per part d'empreses de tot l'estat per treure les pintades. Algunes propostes es basaven en neteges amb diferents tipus de maquinària industrial de projecció d'àrids que s'utilitzen habitualment per netejar grafitos en espais urbans i estructures viàries.

Com a mesura inicial el Servei de Patrimoni encarrega un primer document, *Informe d'afectació relatiu a les*

pintades en grafiti a la Naveta des Tudons,² per tal d'avaluar l'abast dels danys. Paral·lelament, i per tal de contrastar les propostes rebudes, també demana un informe tècnic i pressupost de l'actuació a altres conservadors-restauradors de Menorca que aconsellen a la institució demanar l'assessorament del Centre de Restauració de Béns Mobles de Catalunya (CRBMC).

Pere Rovira, responsable de l'àrea de pintura mural i escultura en pedra del CRBMC, recomana l'execució d'unes proves prèvies de neteja *in situ* per determinar el procediment òptim per a la remoció dels grafitos segons els coneixements i tècniques actuals, basats en la metodologia de treball amb solucions també i emulsions, desenvolupada pel Dr. Richard Wolbers³ de la Universitat de Delaware com a alternativa a l'aproximació tradicional amb sistemes de neteja per projecció d'abrasius.

ESTAT DE CONSERVACIÓ

En termes generals es determinà que la naveta des Tudons presentava un estat de conservació regular,

¹ Vegeu SINTES, E.; NICOLAU, A. [eds.] *Guia Menorca tala-iòtica. La prehistòria de l'illa*. Barcelona: Triangle Postals, 2015, p. 17-63.

² Vegeu MORENO, C.; SOLER, S.; ANGLADA, M. *Informe d'afectació relatiu a les pintades en grafiti a la Naveta des Tudons*. Manuscrit no publicat, 2018.

³ Vegeu WOLBERS, R. *Cleaning Painted Surfaces: Aqueous Methods*. Londres: Archetype, 2000.

ja que, si bé el dany que implicava la presència de les pintades vandàliques era visualment molt important, no havia afectat l'estructura original de l'obra.

En primer lloc, cal tenir en compte que la naveta es troba exposada a unes condicions ambientals pròpies de la seva ubicació, amb serioses variacions termohigromètriques, forta incidència lumínica i agents atmosfèrics variables (pluja, fortes ratxes de vent, etc.), tots ells factors causals de l'estat de conservació previ a l'atac vandàlic.

En segon lloc, cal destacar la capa biològica que cobreix gairebé la totalitat del monument. ³ Els líquens han colonitzat la cara externa dels blocs de pedra i, per tant, han produït alteracions tant de tipus físic (creixement radicular d'organismes, retenció d'humitat, dipòsits orgànics, etc.) com químic (producció d'àcids, formació d'oxalats, alteracions cromàtiques, etc.).



[3] Imatge de detall del recobriments biològic que afecta de manera generalitzada la pedra (Fotografia: Francesc Isbert).

Suport

En el termini d'execució de les proves de neteja no fou possible, per limitacions logístiques i de temps, l'extracció i anàlisi de mostres del suport. Tot i això, l'informe de Carolina Moreno, Sílvia Soler i Montserrat Anglada⁴ determinà que la pedra de construcció del monument funerari era biosparita, un tipus de pedra calcària bioclàstica de porositat irregular predominant a l'illa.

La sensibilitat d'aquesta pedra a l'erosió hídrica fa que presenti nombrosos alvèols i petites cavernes en múltiples blocs. És possible que algunes d'aquestes degradacions siguin prèvies a l'emplaçament dels blocs, extrets d'afloraments rocosos, per a la construcció de la naveta. Tot i això, són zones especialment sensibles a l'acumulació d'humitat i sediments i, en conseqüència, zones més predisposades a continuar degradant-se i a la colonització biològica.

En correlació amb la presència de petits alvèols s'observa un nivell de degradació diferencial entre els diversos blocs constitutius de la naveta. Aquesta circumstància respon a la

composició natural de la pedra, que és diferent en funció de la zona d'extracció i dona lloc a què alguns blocs presentin un *pitting* més acusat, mentre que en d'altres, la presència d'alvèols pugui ser més eventual o, fins i tot, inexistent.

Puntualment s'observa també com alguns dels blocs de pedra s'han fracturat i presenten els diversos fragments en la seva posició original però amb una esquerda oberta entre ells. Tot i estar estabilitzades, aquestes ruptures són un focus per a una futura degradació més accentuada, en especial per l'acumulació de brutícia i el creixement de plantes superiors.

Tot i l'observació d'aquestes alteracions, no es preveia cap intervenció del material petri més enllà de la superfície, ja que l'estat de conservació general d'aquest suport és estable i no presenta riscos imminents per a la correcta preservació del monument.

Capas de superfície

De manera generalitzada s'observen en superfície importants dipòsits de naturalesa inorgànica (pols, brutícia, sediments, etc.) i orgànica (restes i nius d'insectes, fulles, etc.) amb escassa coherència amb el suport i aportats per l'ambient natural exterior en el qual se situa el monument.

Destaca especialment la presència d'un recobriments biològic que afecta gairebé la totalitat de les cares exteriors dels blocs ciclopis que conformen la naveta. Aquesta colonització biològica es compon de diverses espècies de plantes superiors, líquens, algues i possiblement altres tipus d'organismes associats, com bacteris o fongs.

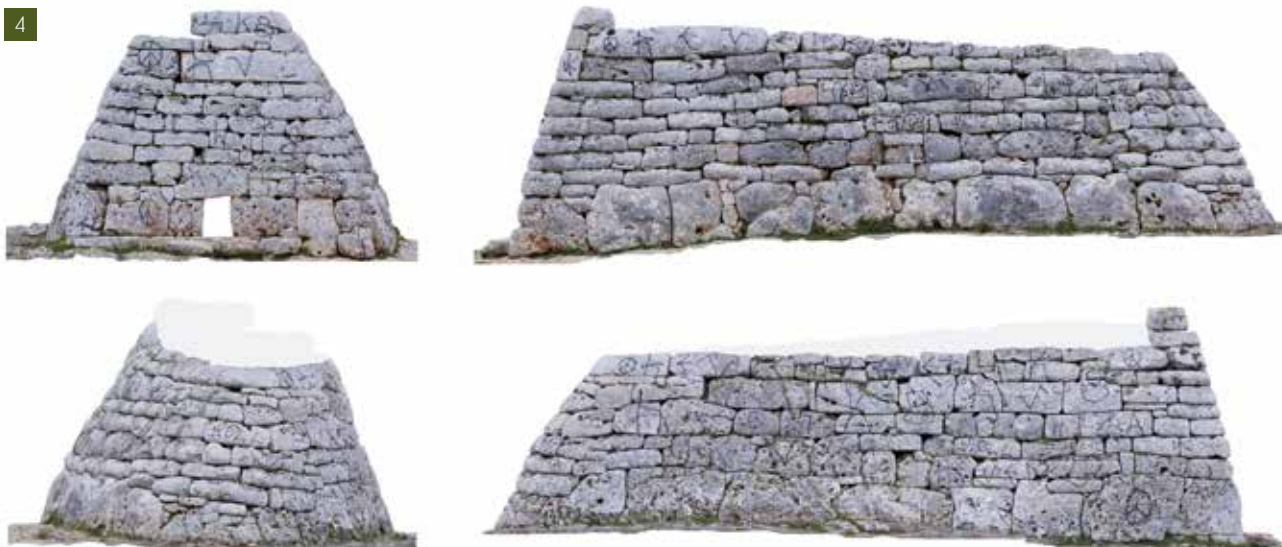
Convé remarcar que tot aquest recobriments biològic no és en cap cas una "pàtina" o el que s'entén en conservació del patrimoni com a tal. La pàtina és la transformació de la superfície dels materials constitutius originals, en aquest cas la pedra, per l'acció natural del temps i l'exposició dels materials a la intempèrie. En el cas que ens concerneix, la presència del recobriments biològic no és la pàtina de la pedra, sinó una capa de superfície d'origen biològic que s'ha estès i desenvolupat per tota la superfície de la naveta.

La pàtina de la pedra, si és que es conserva, estaria per sota d'aquesta colonització biològica. De fet, hi ha certes zones del monument funerari on s'identifica clarament la presència d'una pàtina ataronjada en la superfície de la pedra. Aquesta pàtina també és evident al túnel d'accés a la naveta, si bé aquesta es troba polida per l'accés constant de persones, ara restringit a investigadors, que és precisament el fet que ha impedit el desenvolupament de la colonització biològica en aquesta zona.

Tot i això, l'aspecte més rellevant és la presència de les esmentades pintades efectuades amb aerosol comercial de

⁴ Vegeu MORENO, C.; SOLER, S.; ANGLADA, M. *Informe d'afectació relatiu...*, p. 7.

4



[4] Ortofotografies inicials de les quatre cares de la naveta obtingudes a partir d'un model fotogramètric digital terrestre. Es pot apreciar l'abast de les pintades a tota la superfície del monument (Ortofotografies: Aleix Barberà).

color negre, que afectaren 81 de les pedres que conformen la construcció. De manera generalitzada, tots els grafitis havien tenyit la capa de líquens o recobriment biològic i, puntualment, arribaven a afectar el suport petri original. [4]

ESTUDIS PREVIS I PROVES DE NETEJA

S'inicia la intervenció amb la documentació en 3D del monument a partir de l'obtenció d'un model fotogramètric de les façanes exteriors de la naveta. Aquest model ha permès registrar l'estat de conservació inicial del monument, tant pel que fa al volum com a la textura, i ha permès l'estudi comparatiu després del procés de neteja basant-se en ortofotografies. Per a la creació del model es van emprar 475 fotografies obtingudes amb càmera digital Canon EOS 5DS R amb sensor CMOS de 50 megapíxels i una òptica Canon EF 50 mm F/1.2L USM. [5]

L'aproximació al sistema de neteja amb el qual es va treballar es basa en la metodologia de treball difosa

pel Dr. Richard Wolbers i en l'aplicació conseqüent dels principis de la *green chemistry*. En tot moment es buscava garantir el màxim respecte cap al patrimoni cultural alhora que s'optava per sistemes de treball cada vegada més sostenibles.

El primer pas fou l'obtenció dels valors de pH i conductivitat de la superfície de la pedra i els grafitis. El procediment va consistir en la creació d'un gel rígid d'agarosa (Type VII-a Sigma Aldrich®) al 5% en aigua desionitzada per a l'obtenció de diversos discs d'agarosa d'iguals dimensions (1 mm de gruix i 4 mm de diàmetre) per tal que els valors de lectura fossin comparables entre ells.

Seguidament es va fer l'aplicació dels diversos discs d'agarosa sobre la superfície de diferents blocs i recobriments (directament sobre la pedra, sobre el grafit i sobre diferents tipus de líquens) per un període de temps de 20 minuts per a cadascun d'ells. [6]

Transcorregut aquest període es va procedir a l'extracció i lectura de la conductivitat i del pH de la superfície del

5



[5] Documentació 3D de la naveta abans de la intervenció. Podeu consultar el model que es va fer un cop finalitzats els treballs de restauració a <<https://skfb.ly/6HYQx>> o en realitat augmentada en aquesta mateixa imatge (Fotografia: Aleix Barberà).

6



[6] Obtenció dels valors de pH i conductivitat de la superfície de la pedra i els grafitis (Fotografia: Aleix Barberà).

monument amb un conductímetre LaquaTwin Horiba® QHB-EC22 i un pH-metre LaquaTwin Horiba® QHB-PH22. Els valors obtinguts són els que es presenten a la taula, **7** un cop sostreta la conductivitat pròpia dels discs d'agarosa abans de la seva aplicació.

La conclusió de la lectura d'aquests valors va ser que la superfície del monument era molt regular i homogènia en termes de pH i conductivitat, independentment del tipus de recobriments que presentés. Aquest fet segurament es deu a l'acció continuada del vent i la humitat que ambientalment estabilitzen totes les zones en superfície, malgrat que corresponguin a naturaleses diferents (líquens, l'aerosol, la mateixa pedra, etc.).

Sistemes de neteja a partir de dissolvents

Tenint en compte que la pintura en aerosol és de naturalesa orgànica, es va procedir a un primer test de dissolvents per determinar la solubilitat del material. El procediment va consistir a saturar prèviament la superfície a testar amb ciclohexanona D5 per evitar que l'aerosol redissolt pogués penetrar al sistema porós de la pedra. Tot seguit es va procedir amb el test de diversos dissolvents (acetona, etanol, isooctà, alcohol benzílic, xilè i diverses combinacions entre ells).

Aquestes proves donaven resultats diferents en funció de si es duïen a terme en l'aerosol aplicat directament sobre la pedra o en zones on l'aerosol havia quedat retintut pels líquens. En el segon cas, cap dissolvent era capaç d'eliminar l'aerosol. Es va poder determinar, però, que l'aerosol emprat per atacar el monument era de base orgànica de xilè i que, per tant, la seva redissolució requeriria un dissolvent relativament apolar amb un cert contingut d'aromàtics. **8**

Convé tenir present que les àrees on l'aerosol es trobava directament sobre la pedra (sense una presència de líquens intermèdia) era molt limitada, de manera que les proves següents s'havien d'encaminar necessàriament a atacar els líquens que encapsulaven la pintura negra i, per tant, es requeria una aproximació aquosa.

Sistemes de neteja a partir d'emulsions aquoses

Inicialment es va procedir a preparar una solució aquosa de borat sòdic a l'1% i àcid dietilèntriaminopentaacètic (Na-DTPA) a l'1% a un pH de 8,5. L'elecció d'aquest pH es basava en el rang de seguretat de la pedra calcària per evitar solubilitzar els carbonats constitutius. La solució es va corregir a una conductivitat de 2.500 µS/cm per fer-la lleugerament hipertònica respecte a la superfície, però dins d'uns paràmetres de seguretat segons les lectures obtingudes inicialment.

La solució tampoc es va gelificar amb un 2% de goma xantana per poder fer emulsions amb els dissolvents testats

Localització	pH	Conductivitat
Patró	7,5	60 µS / cm ²
Grafit (àrea 1)	7,2	160 µS / cm ²
Grafit (àrea 2)	7,1	165 µS / cm ²
Liquen inactiu (àrea 1)	6,8	145 µS / cm ²
Liquen inactiu (àrea 2)	6,5	360 µS / cm ²
Liquen actiu (àrea 1)	7,2	168 µS / cm ²
Liquen actiu (àrea 2)	6,8	270 µS / cm ²



amb anterioritat sense necessitat d'emprar cap tensioactiu i, per tant, evitar un possible residu d'aquests productes. Es van crear dues emulsions al 20% en pes de dissolvent, una amb xilè i l'altra amb alcohol benzílic, i es van testar amb resultats diferents segons la zona d'aplicació:

- Sobre les zones on l'aerosol estava aplicat directament sobre la pedra, totes dues emulsions donaven uns resultats de remoció molt lents i considerablement inferiors a l'ús del dissolvent en estat lliure. Si bé disminuïen la toxicitat del treball per al conservador-restaurador, el seu ús, en aquest cas, alentia el procés.
- Sobre les zones on l'aerosol estava aplicat en àrees amb líquens, es produïa certa remoció del grafit i del líquen, però en cap cas era una remoció total. En funció de la zona i, per tant, del tipus de recobriments biològic, es podia retirar en major o menor grau, però romanien un residu evident. **9**

Sistemes de neteja a partir de solucions aquoses

D'acord amb els resultats d'aquests tests, que segueixen la lògica habitual per a la remoció de grafit amb el màxim respecte cap als materials constitutius dels béns patrimonials, es va optar per buscar una alternativa

[7] Taula amb la relació de mesures de pH i conductivitat dels diferents punts de mostrejat (Taula de dades: Aleix Barberà).

[8] Imatge superior esquerra: saturació de la superfície pètria amb ciclohexanona D5. Imatge superior dreta: prova de neteja de dissolvents en estat lliure. Imatge inferior: resultat de les diverses proves en què es pot apreciar que la remoció només és efectiva a les zones on no hi ha recobriments biològic (Fotografies: Francesc Isbert i Aleix Barberà).

completament aquosa que anés encaminada a l'afebliment puntual dels líquens que havien encapsulat l'aerosol. Paradoxalment al que s'havia considerat de partida, l'operació de neteja passava necessàriament



⁵ Vegeu SEGURA EGEA, J. J. [et al.] "El ácido etilen diamino tetraacético (EDTA) y su uso en endodoncia". *Endodoncia*. Vol. 15 (1997), núm. 2, p. 92.



[9] Imatge durant les proves de remoció amb l'emulsió gelificada d'alcohol benzilic. Es pot apreciar que la remoció és insuficient (Fotografia: Francesc Isbert).

[10] Imatge durant les proves de remoció amb la solució tampó gelificada amb agar (Fotografia: Francesc Isbert).

[11] Imatges d'abans i després en les quals s'assenyala una de les zones on es van fer les proves de remoció amb la solució tampó gelificada amb agar (Fotografies: Aleix Barberà).

pel tractament dels líquens que retenien la capa de pintura negra.

D'aquesta manera es va considerar una solució aquosa tampó de borat sòdic a l'1% i àcid etilendiamintetraacètic (Na-EDTA) al 3% a un pH de 8,5. En aquests valors ens mantenim estables dins del rang de seguretat de la pedra calcària, actuem segregant els ions metàl·lics de la tinta de l'aerosol i alhora escollim l'EDTA com a quelant per la seva coneguda acció inhibidora de l'activitat biològica.⁵ Per això, la presència d'aquest quelant en la solució tampó facilita l'extracció de l'aerosol que havia quedat atrapat en el recobriment biològic.

L'aplicació en estat lliure d'aquesta solució tampó amb quelant ja era efectiva, tot i que encara insuficient per retirar completament l'aerosol. És per això que es va considerar oportú aplicar-la gelificada per aconseguir augmentar el temps d'actuació.

Dels múltiples materials que ens permetrien gelificar una solució en base aquosa es va escollir l'agar per diversos motius: econòmicament té un cost raonable i, pel que fa a la pràctica, té una aplicació en vertical molt senzilla a pinzell mentre el gel està temperat i, alhora, la seva remoció, un cop format el gel rígid, és també molt senzilla. A més, l'agar té un efecte absorbent que facilita la remoció de substàncies de dins dels porus i també evita la repenetració, ja que tendeix a capturar les substàncies a l'interior del gel per capillaritat [10] i [11]. D'altra banda, el risc de deixar residus sobre el suport és ínfim amb aquest tipus de gel i, en el cas que excepcionalment poguessin haver-n'hi, són completament innocus per a la pedra i totalment biodegradables.

Els temps d'aplicació podien variar en funció del gruix i naturalesa de la capa biològica, ja que la presència de diferents tipus d'organismes i amb diferent activitat fa que la resposta d'aquests no sigui homogènia. En diverses proves, es va observar que es podien fer aplicacions d'entre dues i deu hores, tot i que resultava més efectiu repetir aplicacions en períodes curts de temps.

Microprojecció d'abrasius

Per la seva versatilitat, també es van fer proves de microprojecció d'abrasius amb un microabrasímetre CTS 1/A amb una punta d'un diàmetre d'1,5 mm que ens permetia regular la pressió de projecció de manera precisa, sempre per sota dels 3 bar.

Es van fer proves directament sobre àrees sense tractar amb resultats aparentment satisfactoris. Tot i això, les superfícies amb líquens on s'aplicava una projecció amb pressions inferiors als 3 bar mantenien el grafit a l'interior i, un cop es mullava la zona tractada, tornava a aparèixer la pintada. En conseqüència, un tractament abrasiu

superficial i suau tenia un efecte cromàtic satisfactori però insuficient, ja que no eliminava el grafit, tot i que disminuïa la capa de líquens sobre la qual es trobava.

Tot i això, la microprojecció molt puntual i a baixa pressió a zones prèviament tractades amb la solució aquosa permetia acabar de matisar les petites restes d'aerosol que poguessin quedar als porus de més difícil accés amb màxim control i mínim dany.^[12]

PROPOSTA METODOLÒGICA PER A LA REMOCIÓ DE LES PINTADES

Sobre la base dels resultats de les diverses proves i estudis inicials es va considerar abordar l'eliminació de

les pintades de la naveta amb dos sistemes de neteja completament diferents en funció de la presència o no del recobriment biològic.

Zones on el grafit vandàlic estava directament sobre la pedra

Es valorà que l'aproximació més eficient per aquests casos, tenint en compte que eren molt puntuals, era la de l'ús de dissolvents apolars aromàtics en estat lliure amb la superfície prèviament saturada amb ciclotimona D5.

Zones on el grafit vandàlic estava sobre la colonització biològica

En aquest cas es considerà que l'aproximació més segura, tant per al monument com per als tècnics que executarien els treballs i per al medi ambient, era una combinació de diferents processos.

Inicialment, fer un raspallat suau dels líquens de la zona a tractar. Amb aquesta operació, allà on els líquens estaven molt secs i inactius, es facilitaria

⁶ El temps d'actuació era variable segons el grau d'afectació i penetració de les pintades i el gruix i el tipus de líquen.



la penetració de la solució aquosa, alhora que ja s'iniciava el procés de remoció. A continuació es procediria amb l'aplicació d'una solució de borat sòdic a l'1% i Na-EDTA al 3% a un pH de 8,5. Si bé es podia fer una primera aplicació en estat lliure, era interessant aplicar la solució gelificada amb agar per incrementar el temps de treball.

Un cop passades unes hores,⁶ es retirava el gel rígid d'agar i es raspallava la superfície amb una solució tampó d'esbandit que no contenia quelant i que era isotònica a la superfície de la pedra. Hi havia zones que amb aquesta primera aplicació quedaven completament netes, mentre que d'altres encara no. Puntualment era interessant l'ajuda d'una neteja mecànica a punta de bisturí, en especial a les zones amb més gruix de líquens o allà on l'aerosol havia quedat més atrapat (en zones de porositat irregular). Amb aquesta primera aplicació es retirava aproximadament entre un 50-75% de la pintada.

Era recomanable fer una segona aplicació d'aquest mateix procediment, però en aquest cas només de manera puntual a les zones que no haguessin quedat completament netes després de la primera aplicació. A les zones on es van fer proves, amb aquesta segona aplicació es retirava ja entre un 90-100% de l'aerosol, aproximadament.^[13]

[12] Procés puntual de microprojecció a baixa pressió a zones prèviament tractades amb el mètode aquós gelificat.

[13] Imatges comparatives d'abans i després de la intervenció a la zona de l'entrada (Fotografies: Aleix Barberà).



[14] Imatge durant els treballs de restauració en alçada amb màquina elevadora (Fotografia: Francesc Isbert).

Finalment, per poder retirar completament algunes aurèoles de la marca que l'aerosol deixava sobre la pedra es podia optar per repetir el mateix procediment una tercera vegada. Tot i això, en aquesta fase, es va considerar que l'ús puntual de la microprojecció controlada, a una pressió baixa (1-3 bar) i amb un àrid menys dur que la pedra calcària (pedra tosca, granalla vegetal, etc.), podia ser suficient per retirar les darreres restes d'aerosol.

Amb les proves executades s'havia comprovat, doncs, que per a la remoció del grafit vandàlic convenia retirar part dels líquens que l'havien encapsulat. Fer-ho podia suposar el risc de deixar marcada en negatiu l'àrea netejada, on apareixia la pedra neta, immediatament al costat de zones sense tractar que conservaven els líquens. Per minimitzar aquest efecte es recomanava aquesta metodologia de treball que, de manera estratigràfica, permetia al conservador-restaurador controlar els temps d'aplicació i insistir de manera puntual només en aquelles zones que ho requerien.

EXECUCIÓ DE LA INTERVENCIÓ

Després d'estudiar les propostes de l'informe de les proves de neteja i sol·licitar diversos pressupostos, el Consell Insular de Menorca va adjudicar els treballs a un equip de conservadors-restauradors que treballen habitualment a l'illa (Francesc Isbert, Lina Torres i Cecília Ligeró) que executaren les feines a peu d'obra

amb el suport tècnic dels conservadors-restauradors a qui s'havien encarregat les proves prèvies i sota la coordinació i supervisió de Pere Rovira, tècnic del CRBMC. La intervenció va estar finançada per la Fundació Foment del Turisme de Menorca.

La idea de formar un equip de tres restauradors de l'illa es plantejà per tal d'abaratir despeses i, a la vegada, per formar-los i familiaritzar-los amb aquest tipus de feines de restauració no habituals a l'illa, sota la direcció i coordinació dels dos restauradors que executaren les proves de neteja i que feren les visites d'obra. La primera visita es plantejà al començament de les feines per acabar de preparar tot el material necessari. Les altres visites es van fer durant i al final de la intervenció per tal d'avaluar els resultats o possibles incidències que poguessin sorgir.

Durant tot el procés de neteja es va obrir al públic la visita al monument de manera gratuïta encara que la gent quedava fora del mur que delimita el seu perímetre per raons evidents de seguretat.

Els treballs es distribuïren per alçades, és a dir, una persona de l'equip s'encarregà dels grafitis als quals s'arribava des del terra, una altra amb una escala treballava aquells que se situaven a mitja alçada i la darrera treballava des de la plataforma elevadora al perímetre més alt de la naveta. [14] Va ser necessari improvisar a peu d'obra

un petit laboratori amb els equips necessaris de treball. Aquest espai calia muntar-lo i desmuntar-lo cada dia i s'emmagatzemava dins de la mateixa naveta.

En un primer moment es va seguir la proposta metodològica després de les proves de neteja. Tot i això, el gel d'agar s'assecava excessivament de pressa i no s'aconseguia que actués el necessari sobre la zona pintada per retirar-la bé, al mateix temps que quedava molt adherit sobre el suport. Aquest fet es devia al canvi de les condicions atmosfèriques que hi va haver entre els dies de les proves de neteja i els de l'execució de la intervenció. Mentre que durant les proves prèvies cada dia tinguérem un cel cobert i un índex d'humitat relativa molt alt, al voltant del 85-90%, durant l'execució dels treballs l'ambient era completament primaveral, calorós, amb irradiació solar directa i presència de vent. Per tal de resoldre aquest

el líquen, fet que va comportar l'aparició del negatiu de la lletra o símbol, ja que quedava la pedra neta. Tot i això, la majoria de zones de les pintades van quedar molt ben matisades amb el conjunt sense haver d'arribar a retirar completament la colonització biològica. Es va aconseguir treballant de manera molt estratigràfica i individualitzada cada lletra i actuant només sobre el gruix específic de la pintada.

Per tal de matisar les pintades que havien quedat marcades en negatiu després de la neteja i alguna aurèola negra residual, en algunes pintades es va passar a la segona fase d'execució amb la microprojecció. Durant aquesta fase va ser necessari solucionar alguns inconvenients amb el correcte funcionament del microabrasímetre. L'aparell es va haver de modificar i adaptar per poder treballar satisfactòriament amb les elevades condicions d'humitat

relativa habituals a l'illa. Amb aquesta intervenció s'aconseguí difuminar els perímetres que presentaven els negatius de les zones pintades i integrar-los dins tot el conjunt de les parets de la naveta, a través de rebaixar subtilment les àrees de líquens no tractades.



[15] Detall d'un dels grafitis durant el procés de remoció. Es pot observar el gel aplicat i cobert amb film de polietilè (Fotografia: Francesc Isbert).

imprevist, es va decidir acotar l'àrea de treball pintada a pintada. Després d'aplicar la solució gelificada es tapava la zona amb film de polietilè transparent tancant el perímetre amb cinta adhesiva. Així s'aconseguia donar el temps suficient d'actuació a la solució aquosa sobre els líquens amb pintades. A les zones amb major incidència solar va ser fins i tot necessària l'ajuda de para-sols per aportar ombra i minimitzar l'assecatge del gel. ¹⁵

Tot i que els blocs de pedra de la naveta eren d'un mateix tipus de pedra calcària, no tots reaccionaven igual davant el tractament de neteja. El fet determinant era el tipus de líquens, el gruix d'aquests i la quantitat de pintura que havien absorbit en el moment de fer els grafitis, que no era la mateixa al començament de la línia que al final del traç.

A les zones on la incidència de la pintada fou molt profunda va ser necessari arribar a eliminar completament

tampó amb quelant gelificada va ser capaç de segrestar els ions metàl·lics presents en la pintura (ajudant a la seva dissolució per quelació) i, alhora, va ser capaç d'inhibir l'acció metabòlica dels líquens, fet que va facilitar la seva remoció.

Amb aquesta metodologia no només s'han pogut eliminar els grafitis sinó que s'ha evitat la típica repenetració que es dona gairebé sempre en aquests casos. A més, no deixa de ser gratificant poder eliminar una substància tan complexa i irreversible com és la pintura en aerosol amb una solució aquosa, que alhora que és segura per al restaurador i per al monument, s'encamina cap a les anomenades *safer working conditions* i cap al *green movement* que es promouen, des de fa temps, en el nostre col·lectiu. A més, l'aproximació aquosa i gelificada ens ha permès treballar estratigràficament, controlant la humectació, el pH i la conductivitat per tal que el tractament fos absolutament

CONCLUSIONS

A tall de conclusions, cal destacar que el sistema de neteja escollit ha estat un mètode que s'ha adaptat perfectament a la gran dificultat d'eliminar grafitis d'aerosol sobre un material tan porós com ho és la pedra calcària. La intervenció requeria una solució que eliminés la pintura i que alhora estovés els líquens que havien encapsulat la tinta al seu interior. Com que l'acció dels dissolvents era insuficient, una solució



[16] Ortofotografies finals de les quatre cares de la naveta obtingudes a partir d'un model fotogramètric digital terrestre. Es pot apreciar que les pintades han estat eliminades en la seva totalitat (Ortofotografies: Aleix Barberà).

respectuós amb el suport. Al contrari del que passa amb els dissolvents, l'aigua permet la modificació dels seus paràmetres de manera que podem delimitar el seu poder solvent i ionitzant-dissociatiu gràcies al control del pH i la conductivitat.

A més a més, podem modificar el seu poder captador d'ions metàl·lics afegint-li un quelant en petites concentracions, evidentment amortit en una solució tampó per no sortir del rang de pH de seguretat del suport. D'altra banda, el fet de gelificar la solució de neteja ens ha aportat encara més avantatges: en primer lloc, ens ha permès millorar el contacte de la solució amb la superfície (prolongar el temps d'actuació i millorar el poder mullant superficial) alhora que disminuir la penetració de la solució al suport (la difusió vertical). En segon lloc, ens ha permès localitzar l'acció de la solució justament a les zones on hi havia pintura, sense haver d'actuar a tota la superfície i evitant els regalims que es donarien si haguéssim aplicat la solució de neteja mitjançant sustentants (apòsits). I per últim, el fet d'haver gelificat la solució amb un gel rígid ens ha permès treballar sense deixar residus al sistema porós del monument i amb una aplicació i remoció senzilles i còmodes, tot i tractar-se d'aplicacions en vertical. [16]

BIBLIOGRAFIA

- ANGELOVA, L. V. [et al.] *Gels in the Conservation of Art*. Londres: Archetype Publications, 2017.
- BAGLIONI, P.; CHELAZZI, D. *Nanoscience for the Conservation of Works of Art*. Cambridge: RSC Publishing, 2013.
- CREMONESI, P. *L'uso dei solventi organici nella pulitura di opere policrome*. Pàdua: Il Prato, 2000.
- CREMONESI, P. *El ambiente acuoso para el tratamiento de obras policromas*. Pàdua: Il Prato, 2015.
- CREMONESI, P. [et al.] *Proprietà ed esempi di utilizzo di materiali silicnici nel restauro di manufatti artistici*. Pàdua: Il Prato, 2016.
- PERICOT, L. *The Balearic Islands*. Southampton: Thames and Hudson, 1972.
- PLANTALAMOR, L.; VAN STRYDONCK, M. *La cronologia de la prehistòria de Menorca: noves datacions de 14C*. Palma de Mallorca: Conselleria d'Educació, Cultura i Esports. Govern Balear, 1997.
- WOLBERS, R. *Macroemulsions/Microemulsions workshop: New methods of cleaning surfaces*. Amsterdam: Restauratoren Nederland, Acadèmia Reinwardt, 11-12 de juny de 2012.
- WOLBERS, R. *Cleaning workshop: painted surfaces, aqueous methods*. València: Universitat Politècnica de València, 25-27 de gener de 2016.
- WOLBERS, R. *IPCE Cleaning workshops: General aqueous methods, gel forming materials, emulsions, micro-emulsions, particle emulsions and solvent gels*. Madrid: Institut del Patrimoni Cultural d'Espanya, 12-16 de desembre de 2016.
- WOLBERS, R. *General cleaning materials and methods for wall paintings*. Barcelona: CRBMC, 22-24 de març de 2018.