MANUAL DE PRESERVACIÓ DE PATRIMONI SISMOLÒGIC

Què podem fer amb els sismogrames analògics i la documentació sísmica relacionada?





M.T. Merino, J. Batlló, T. Andrades

MANUAL DE PRESERVACIÓ DE PATRIMONI SISMOLÒGIC

Què podem fer amb els sismogrames analògics i la documentació sísmica relacionada?

M.T. Merino, J. Batlló, T. Andrades

REIAL ACADÈMIA DE CIÈNCIES I ARTS DE BARCELONA
1904
SIDERA ET TERRAM SCRUTARI
OBSERVATORI FABRA

Amb la col·laboració de:

ICGC
Institut
Cartogràfic i Geològic
de Catalunya

© RACAB 2026
Autors: M.T. Merino, J. Batlló, T. Andrades
1a edició: juliol de 2026
DL: B 16124-2026
ISBN: 978-84-937317-5-5
Maquetació i impressió: 9.disseny s.l.

Aquesta obra està sota una llicència Creative Commons Reconeixement-No comercial-Compartir igual 4.0 International (Espanya) CC BY-NC-SA 4.0. To view a copy of this license, visit:
https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/

ÍNDEX

PRÒLEG 5

INTRODUCCIÓ 7

CAPÍTOL 1: Identificació de patrimoni sísmic 9
- Introducció 9
- Sismogrames 10
- Documentació accessòria 14
- Estat de conservació / Problemàtiques més comunes 16

CAPÍTOL 2: Inventaris i catàlegs 17
- Introducció 17
- Plantejament previ de les tasques 18
- Plantilles bàsiques 21

CAPÍTOL 3: Conservació i preservació 23
- Introducció 23
- Avaluació prèvia de l'espai, el mobiliari, els materials i els riscos associats 24
- Actuacions i protocols a planificar i preparar 27
- Suggeriments generals 28
- Suggeriments i consells addicionals a considerar 30

CAPÍTOL 4: Restauració 36
- Introducció 36
- Planificació prèvia a la restauració 37
- Documentació de control 38
- Avaluació detallada de l'estat de conservació i de la composició 39
- Processos de Restauració simplificats 42

CAPÍTOL 5: Ús i visibilitat 47
- Introducció 47
- Documentació complerta i actualitzada 48
- Visibilitat 49
- Usos preferents 50

RECURSOS I REFERÈNCIES 54
- Sismogrames i estacions històriques 54
- Preservació i conservació 55
- Principis FAIR 56
- Altres projectes de preservació de sismogrames 57
- Altres col·leccions d'imatges digitals 59
- Referències 60

PRÒLEG

Origen i finalitat

L'*Observatori Fabra* es va inaugurar a Barcelona l'any 1904. Va ser creat i és mantingut per la *Reial Acadèmia de Ciències i Arts de Barcelona* (RACAB), una associació científica iniciada el 1764. Des dels seus inicis, l'observatori s'ha centrat en la recerca astronòmica, meteorològica i sismològica. Les observacions sísmiques a l'*Observatori Fabra* van començar el 1906 i continuen a dia d'avui. Inclouen registres instrumentals, així com dades macrosísmiques recollides principalment a la part oriental de la península Ibèrica. L'arxiu històric de l'observatori conté milers de sismogrames i documentació complementària en una àmplia gamma de materials de suport: butlletins manuscrits i impresos, registres i quaderns d'estacions, articles científics especialitzats i de divulgació publicats en revistes i diaris, correspondència personal i científica, i publicacions d'altres institucions d'arreu del món. Gairebé tots els instruments utilitzats es conserven, alguns s'exposen al petit museu de l'observatori, mentre que d'altres encara s'utilitzen avui dia amb diverses finalitats.

L'*Observatori Fabra* es manté actiu ens els camps d'astronomia, meteorologia i sismologia. Tot i ser una institució d'una mida molt modesta, contribueix amb la seva experiència a projectes d'interès per a la comunitat científica i manté les seves valuoses sèries de dades. En aquest aspecte, durant les últimes dècades hem incrementat progressivament més dels nostres limitats recursos per conservar, preservar, fer servir i compartir tant com ens és possible el nostre patrimoni. La preservació del nostre patrimoni sísmic ens ha portat a participar en els projectes europeus TROMOS i EUROSEISMOS i a elaborar a través de molts altres projectes més modestos inventaris, restauracions, estudis i escanejos.

La divulgació és un altre objectiu important per a l'observatori: tenim un museu d'instruments antics i oferim cursos, conferències, visites escolars i per al públic general, així com moltes altres activitats més o menys puntuals. Estem orgullosos de mantenir la nostra llarga tradició de voluntariosa col·laboració, tant en l'aspecte científic com en el de divulgació, amb investigadors, institucions, persones o grups en moltes i diverses formes. S'ha presentat a múltiples fòrums i congressos internacionals compilacions i resums del nostre patrimoni sísmic i els projectes relacionats, amb inventaris detallats fins a aquella data, per contactar i facilitar col·laboracions amb altres institucions interessades en aquests mateixos aspectes.

L'any 2014 es va celebrar el 250 aniversari de la RACAB alhora que el centenari de les sèries de dades dels sismògrafs Mainka, que van operar en paper fumat des de 1914 fins a 1998. A més, els edificis de la seu principal de la RACAB a la Rambla dels Estudis i de l'Observatori Fabra a Collserola s'havien declarat oficialment d'especial interès científic-històric i l'*European Physical Society* havia otorgat a l'Observatori Fabra la distinció de *Historical Site*. Aquestes efemèrides van inspirar i facilitar la continuació i el desenvolupament de projectes enfocats a la recuperació, preservació i divulgació del patrimoni científic de l'observatori. Aquestes iniciatives es van veure molt beneficiades per l'inestimable orientació, ajuda i suport d'altres particulars e institucions, entre les que destaquen notablement l'*Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya* (ICGC) i l'*Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia* (INGV). Gràcies a ells hem pogut realitzar molts projectes d'inventaris de registres, restauracions, estudis, escanejos i digitalitzacions. Hem anat presentant a congressos i altres forums internacionals resums, inventaris i altres treballs sobre el nostre patrimoni sísmic i els projectes relacionats per fomentar els contactes i col·laboracions amb altres institucions interessades també en aquests camps.

Des de la creació de la Xarxa Sísmica de Catalunya, l'Observatori Fabra ha mantingut una permanent e intensa col·laboració amb les institucions responsables de la seva gestió, successivament: *Servei Geològic de Catalunya* (SGC), *Institut Cartogràfic de Catalunya* (ICC), *Institut Geològic de Catalunya* (IGC) i *Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya* (ICGC). Amb el suport de l'ICGC i les seves predecessores, hem augmentat

el nostre inventari detallat de sismogrames i digitalitzat molta de la documentació macrosísmica, butlletins i estudis relacionats. El volum de la documentació classificada i escanejada continua en augment, i actualment estem treballant en fer d'accés lliure la majoria d'aquests registres i resultats tant per a la comunitat científica com al públic general.

També hem col·laborat intensament amb la unitat de SISMOS de INGV, i especialment amb el seu coordinador en Dr. Graziano Ferrari. A més de col·laborar en els projectes TROMOS i EUROSEISMOS, gràcies a la seva ajuda i suport es van restaurar elements dels nostres instruments antics i es van escanejar molts sismogrames i documentació accessòria (bitàcoles d'estació, llibretes amb correccions, etc.). De fet, l'origen d'aquest manual que aquí presentem es basa en aquests treballs i la preparació per a l'exposició "*Dal cielo alla terra: meteorologia e sismologia a Firenze dall'Ottocento a oggi*" ("*Del cel a la terra: meteorologia i sismologia a Florencia des del segle XIX fins a actualment*") a la prestigiosa *Galleria* del *Palazzo Medici Riccardi*, a on es va exposar el *Microsismògraf Agamennone de l'Observatori Fabra*. Al llarg del curs dels treballs relacionats, el Dr. Ferrari amablement va organitzar visites a alguns observatoris antics d'Itàlia amb Maria Teresa Merino (a càrrec de la *Secció de Sismologia de l'Observatori Fabra*) i Tana Andrades (especialista en conservació i restauració de l'arxiu de la *Universitat de Barcelona* - CRAI). Com a *Responsable de la Unitat Funcional SISMOS* a INGV i *Coordinador del Working Group "Methods and Data for the Study of Earthquakes Recorded on Pre-WWSSN Seismograms"*, el Dr. Ferrari acumulava dècades d'experiència a través d'institucions, observatoris i arxius. Va suggerir la necessitat creixent d'alguna referència i compilació del coneixement bàsic d'accès lliure i fàcilment disponible per als responsables de patrimoni sísmic per evitar perdre'n més, així com que les experiències recents i en curs de l'Observatori Fabra al respecte podrien ser exemples molt útils, tant pels seus errors com pels seus èxits, amb els següents objectius: 1) mostrar un exemple de activitats i projectes relatius al patrimoni sísmic, factibles fins i tot per a un petit observatori independent amb severes limitacions de recursos i personal; i 2) compartir les experiències, estratègies i consells adquirits sobre com i perquè fer o NO fer en cada cas.

La idea de crear una guia elaborada de forma col·laborativa ha circulat durant alguns anys com a molt positiva i útil, però les obligacions personals i professionals dels involucrats - inclosa la jubilació del Dr. Ferrari - han impedit la seva realització. Finalment, Josep Batlló des de l'ICGC va reviure la iniciativa, que ha portat al desenvolupament del manual que aquí presentem com a un projecte conjunt amb suport de RACAB i ICGC, i que s'ofereix lliurement a la comunitat internacional.

L'abast, finalitat i elaboració d'aquest manual s'ha anat presentant i discutint progressivament amb l'audiència interessada a través de diverses contribucions públiques a congressos i fòrums internacionals per a resultar en una referència útil i enriquida amb tantes contribucions, dubtes i observacions dels nostres col·legues com ha estat possible. Hem decidit crear un manual centrat en el patrimoni sísmic amb suports basats en paper i la seva documentació complementària amb l'objectiu de facilitar a les institucions més petites el reconèixer el seu patrimoni sísmic i afrontar algunes petites accions o projectes per millorar la seva preservació i ús, però mantenint el format d'un curt i útil compendi de bones pràctiques i problemes a evitar respecte a la identificació, inventari, conservació/preservació, restauració, ús i exposició del patrimoni sísmic. Creiem que pot ser també d'utilitat a institucions majors com a guia per compartir iniciatives i per utilitzar els seus limitats recursos amb objectius, estàndards i pràctiques comunes per maximitzar els seus potencials resultats.

La primera versió beta d'aquest tutorial es va presentar i fer disponible telemàticament durant l'ESC2024. Aquesta primera versió impresa inclou suggeriments, correccions i millores rebudes des de llavors. Dessitjo sincerament que aquesta iniciativa ajudi altres observatoris i institucions amb patrimoni sísmic tant com sigui possible.

Jorge Núñez de Murga
Director de l'Observatori Fabra

INTRODUCCIÓ

Objectius, recursos i limitacions

El registre sísmic instrumental va començar durant la segona meitat del segle XIX i es va expandir i evolucionar fins a les xarxes digitals actuals. Durant més d'un segle, fins a l'últim quart del segle XX, el moviment sísmic del sòl s'ha registrat en forma analògica (en sismogrames).

Els sismogrames analògics i la documentació relacionada contenen dades originals de gran interès que mereixen els esforços necessaris per poder tant preservar-les com fer-les servir. Per aquest motiu, es van desenvolupar diverses iniciatives dins de l'IASPEI (*International Association for Seismology and Physics of the Earth Interiors*) i, també a nivell europeu, dins de l'ESC (*European Seismological Commission*) es va crear l'any 1992 un *Grup de Treball* sobre "*Història de la Sismometria*" que encara continua actiu (referències [1], [2]). Projectes com TROMOS i SISMOS a Itàlia van servir com a catalitzadors d'altres majors a escala europea (referència [3])

Moltes d'aquestes iniciatives tenen un caire voluntari que fa difícil el seu manteniment al llarg del temps. No obstant això, hi ha un reconeixement creixent del valor científic dels sismogrames analògics i la urgència necessària per dedicar-hi esforços a preservar-los i utilitzar-los. Aquesta consciència ha donat lloc a sessions específiques als fòrums i assemblees generals, on es comparteixen experiències i estratègies. Aquests esforços tenen com a objectiu optimitzar els limitats recursos disponibles amb objectius acordats, estandarditzats i pràctics per maximitzar els potencials resultats (veure la darrera secció d'aquest manual *Recursos i Referències*).

Per una altra part, encara ara moltes dades originals es troben en risc a petites (i no tant petites) institucions o departaments, sovint a causa d'unes condicions d'emmagatzematge inadequades i una manca de reconeixement del seu valor. En molts casos els recursos humans i materials disponibles per part de les institucions responsables son escassos i resulta extremadament difícil dedicar-ne una part a millorar la situació actual.

Els sismogrames analògics són, per una part, documents científics (contenen dades úniques) però, per una altra, són documents únics (com pot ser un manuscrit de l'edat mitjana) que mereixen una especial cura per a la seva preservació al llarg del temps per les generacions futures.

En moltes institucions, els responsables de les col·leccions de sismogrames antics són científics amb una base fisicomatemàtica o de ciències de la Terra amb limitats coneixements sobre les característiques materials dels documents que tenen a les seves mans i les necessitats i precaucions que requereixen per a la seva preservació pel futur. La situació inversa també succeeix: a vegades els sismogrames a biblioteques o arxius generals són difícils d'accedir i fer servir perquè els seus responsables no els reconeixen com a "dades" i prioritzen la seva preservació. Tot i que aquestes situacions extremes s'han començat a abordar en els darrers anys, encara queda molta feina per fer per reduir la bretxa entre les perspectives científiques i arxivístiques.

Des del *Grup de Treball* (GT) creiem fermament que disposar d'una guia informativa i col·laboració per la preservació dels sismogrames analògics és clau per a qualsevol esforç, i que aquest breu manual de lliure distribució amb recomanacions bàsiques podria ajudar als seus responsables a reaccionar adequadament.

Hem intentat escriure aquest manual tan simple i fàcil com hem pogut, està destinat a un públic sense coneixements previs en el tema. Presenta un compendi de qüestions habituals a considerar, punts clau, suggeriments i algunes idees bàsiques. Per mantenir aquesta simplicitat, els exemples d'altres experiències i referències més detallades, extenses i completes s'han reservat principalment per les imatges, els gràfics,

les taules i la última secció d'aquest document. Aquí es vol donar uns coneixements i indicacions bàsiques perquè el lector interessat pugui accedir altres literatures molt més extenses i que tracten els diferents temes amb profunditat sense perdre's. Com a punt de partida ens centrem bàsicament en els sismogrames analògics enregistrats sobre paper (fumat, fotogràfic o amb tinta) i la seva documentació complementària perquè son els més habituals d'entre els més antics.

Els sismogrames, com a documents, son fruit del seu temps, context social, etc. Per això cal destacar la gran importància de mirar també de preservar i obtenir tanta informació com sigui possible dels següents aspectes relacionats, tot i que no es tractin específicament en aquest manual per mantenir-ho senzill i concís:

- ***La instrumentació original*** utilitzada a l'estació sísmica, qualsevol documentació relacionada i tots els accessoris i eines pel manteniment, preparació i post-processat dels registres. Això inclou registres de calibratge, manuals d'operació, detalls i eines per fumar i fixar paper o processos fotogràfics, informació sobre l'origen i tipus dels diferents materials, etc.
- ***Els llocs i espais*** on els instruments instal·lats enregistraven durant el seu període operatiu i aquells altres on es realitzaven tasques de manteniment, preparacions, post-processats, emmagatzematge, estudi dels sismogrames i la seva documentació accessòria. El context històric i la informació gràfica com ara fotografies antigues o dibuixos també poden ser molt interessants per resoldre alguns dubtes recurrents.
- ***Les persones i els processats***. El coneixement i la documentació sobre *les persones a càrrec* de les diverses tasques relacionades amb l'estació sísmica, *els processats de dades* originals o posteriors i *l'arxiu i emmagatzematge* dels sismogrames i instruments fins a l'actualitat. Molta informació important sobre procediments era oral i el context i les tasques paral·leles d'aquestes persones pot ser clau per resoldre alguns dubtes. Qualsevol entrevista, transmissió oral a tercers o similar hauria d'enregistrar-se i ser guardada com una part crucial de la documentació.

Desitjaríem que aquest breu manual fos un primer pas i, en el futur, milloressin els seus continguts amb l'ajuda de les comunitats sismològiques, arxivístiques i restauradores. L'òptim seria disposar d'un manual col·laboratiu, dinàmic i en creixement on els temes de portada s'ampliïn, s'afegeixin de nous i s'actualitzin permanentment de la mateixa manera que la comunitat sismològica ha desenvolupat i gestionat el NMSOP (*New Manual of Seismological Observatory Practice*, referència [4]) i del qual aquesta guia/manual podria ser un complement.



Figura 0. *Alguns sismogrames de la primera estació sísmica de l'Observatori Fabra (Barcelona, 1906-1913). Abans (esquerra) i després (dreta) de considerar i aplicar tècniques i recomanacions incloses a aquest manual. Font: Observatori Fabra.*

CAPÍTOL 1

IDENTIFICACIÓ DE PATRIMONI SÍSMIC

Com començar: Què tenim i en quin estat està?

Introducció:

Si som responsables d'una col·lecció de dades sísmiques analògiques o en descobrim una, és essencial identificar primer els materials i elements que inclou i avaluar-ne l'estat en què es troben. Abans de plantejar-nos què s'hi pot fer al respecte, hem de respondre algunes preguntes fonamentals (què?, com?, on?) de la manera més exhaustiva possible. Només llavors podem començar a abordar preguntes més profundes (per què?, quan?, per a què?, amb què?).

A les seccions següents, revisem breument què es considera patrimoni sísmic i descrivim les preguntes clau que s'han de fer durant l'avaluació inicial.

IMPORTANT

- **Avaluació preliminar:** Aquest capítol destaca diversos aspectes a tenir en compte durant la fase inicial. És important recollir informació per a cadascun dels aspectes destacats a continuació, fins i tot per aquells pels que no hi ha respostes disponibles. Això ajuda a distingir si la manca d'informació és per dubte, es deu a la incertesa, a la dificultat per poder esbrinar-ho en aquesta etapa, o perquè hi ha un desconeixement total al respecte.
- **Minimitzar el risc:** Aquesta fase d'identificació és purament informativa. Durant aquesta exploració inicial cal minimitzar el risc d'introduir desordre, danys o canvis irreversibles als materials conservats, que podrien afectar a la seva conservació, catalogació o estudis posteriors. Per aquest motiu, recomanem fermament llegir els capítols 2 i 3 abans d'iniciar-la.
- **Inspecció inclusiva:** És important prestar atenció a tots els materials associats als sismogrames, inclosos els sismogrames sense registre útil, fragments tallats o trencats, fotografies o còpies d'originals i qualsevol altre element relacionat. Aquests materials també s'han de conservar ja que poden ajudar a aclarir incerteses o servir com a referències útils per a proves i estudis descrits en seccions posteriors.

Sismogrames

Els sismogrames son els **registres instrumentals originals**. Com a dades originals insubstituïbles que son (en general son peces úniques, de les que no hi ha còpia), la seva correcta conservació a llarg termini és prioritària.

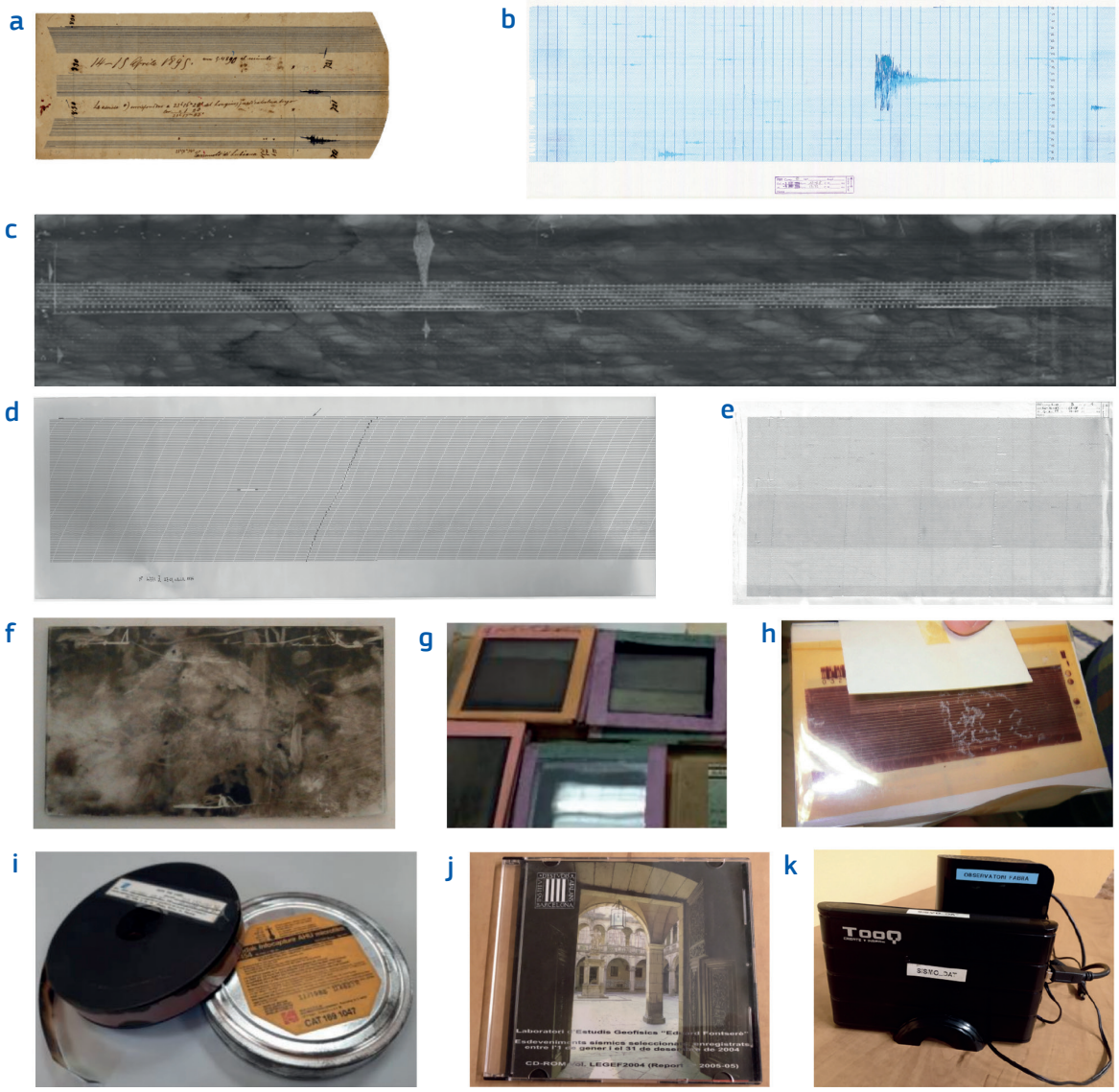


Figura 1. *Alguns exemples de la diversitat de suports i materials amb registres de sismogrames analògics: (a) antic paper amb inscripció de plometa amb tinta de principis del segle XX d'un sensor mecànic; (b) paper amb inscripció de plometa amb tinta de finals del segle XX d'un sensor electromecànic; (c) paper fumat amb inscripció per agulla de vidre d'un sensor mecànic i fixat posteriorment amb una solució engomada; (d) paper fotogràfic amb inscripció per llum i revelat posterior d'un sensor electromagnètic; (e) registre d'un sensor electromagnètic en paper tèrmic amb inscripció per plometa tèrmica; (f) vidre fumat amb inscripció per agulla metàl·lica i fixada posteriorment d'un sensor mecànic; (g) fotografia en vidre revelada posteriorment d'un sensor mecànic; (h) fotografia en cel·luloide fixada en negatius d'un sensor electromagnètic analògic; (i) negatius en microfilm d'un sensor electromagnètic analògic; (j) digitalització en CDs com a suport "permanent" d'un sensor electromagnètic analògic; (k) disc dur magnètic amb mesures digitalitzades d'un sensor electromagnètic analògic.*
Fonts: INGV (a, f, g);Observatori Fabra (b, c, d, j, k); ICGC (e); Observatorio Geofísico de Toledo (h, i).

Poden ser **molt diferents en la seva constitució física**. Cal fixar-se especialment en mirar d'identificar i documentar tants dels següents detalls com sigui possible:

✓ **El tipus de suport a on s'ha realitzat el registre**. El més habitual és trobar-ne de:

- paper amb inscripció amb tinta (Figures 1a i 1b),
- paper fumat (Figura 1c),
- paper fotogràfic (Figura 1d),
- paper tèrmic (Figura 1e),
- vidre fumat (Figura 1f),
- fotografia en vidre o cel·luloide (Figures 1g i 1i),
- microfilm (Figura 1i),
- tecnologia informàtica (cintes, disquets, cassetes) (Figures 1j i 1k)

✓ **El mecanisme amb què s'ha realitzat el registre sobre el suport:**

- inscripció per tinta tipogràfica (Figures 1a i 1b),
- alteració del substrat per fricció i posterior fixació (Figures 1c i 1f),
- revelat o velat (sigui en positiu o negatiu) (Figures 1d, 1g i 1h),
- alteració del substrat per una plometa tèrmica (Figura 1e),
- registre electromagnètic analògic (Figures 1d, 1i i 1j),
- digitalitzat (sigui de dades originals analògiques o digitals) (Figures 1j i 1k)

✓ **Les anotacions i altres marques addicionals:**

- **Localització** respecte al registre principal:
  - a sobre, al costat o al darrere del registre instrumental (Figures 1a fins 1e),
  - a adhesius o altres substrats enganxats (Figura 2a),
  - a papers addicionals, embolcalls, arxivadors o altres substrats annexos al sismograma (Figures 1i, 1j, 2b i 2c),
  - a l'estructura de creació i/o emmagatzematge (sigui analògica o digital) (Figures 1k, 2e i 2f),
  - al mateix fitxer digital via metadades, capçaleres, ordre o propietats determinades pel format escollit (Figures 1j i 1k),
  - a un/s altre/s fitxer digital/s o informació analògica annexa (Figura 1k).
- Els **materials** amb què s'han realitzat:
  - tampó o impressions en tinta (Figures 1b, 2e i 2g),
  - escriptures manuscrites (Figures 1a i 2a),
  - llapis de grafit (Figura 2b),
  - llapis de colors (Figura 2g),
  - tinta (Figura 2f),
  - marques o fricció mecànica (Figura 2d),
  - marques i anotacions digitals (Figures 1j i 1k).
- El **tipus de contingut i significat** (textos, dibuixos, etc).
- **Si es detecta o no algun risc de perdre la connexió** entre la marca i el respectiu registre i/o contingut, especialment si s'altera l'ordre o forma d'arxiu original.



Figura 2. *Alguns exemples de la diversitat d'anotacions i altres marques addicionals sobre els sismogrames analògics: (**a**) paper amb inscripció en tinta enganxat a un sismograma en paper fumat; (**b**) paper fumat enrotllat amb un paper amb alguna informació al seu voltant; (**c**) trossos de paper fumat guardats dins el llibre d'observacions juntament amb la resta de la informació acumulada sobre el terratrèmol enregistrat; (**d**) paper fumat amb inscripcions fetes per fricció mecànica i després fixades amb la resta del registre; (**e**) paper fumat guardat en una capsa de pH neutre amb inscripcions sobre els seus continguts amb un segell i també en una etiqueta impresa enganxada; (**f**) paper fumat emmagatzemat en capses de cartró amb inscripcions manuscrites amb un retolador; (**g**) paper fotogràfic amb marques de tinta (per segell i manuscrites) de llapis i bolígraf. Fonts: INGV (**a**, **c**, **d**); Observatori Fabra (**b**); Observatorio Geofísico de Toledo (**e**); Observatori de l'Ebre (**f**, **g**).*

✓ **La forma i materials en què s'ha arxivat i conservat:**

- Arxiu individual o per grups de sismogrames (Figura 3b vs Figures 3a i 3b).
- Embolcall directament en contacte (Figures 3a i 3b).
- Possibles embolcalls addicionals no directament en contacte (Figures 3b i 3c).
- Presencia d'adhesius o altres substrats enganxats als embolcalls, amb especial interès en estimar el risc de desenganxar-se (Figures 3a i 3c).
- Forma d'organització de l'arxiu, si n'hi ha.
- Documentació accessòria arxivada amb els sismogrames, al mateix espai, que es pot trobar a un altre lloc, o que es troba a faltar (Figura 2c).
- Lloc a on es troba, condicions de l'espai i condicions d'accés.
- Entitats i persones directament responsables de l'emmagatzematge, arxiu, manteniment, conservació, estudis/treballs i consultes.
- És l'arxiu i conservació original? Si no, podem saber com es va fer amb anterioritat? (Figura 0).
- Existeixen còpies parcials o totals en formats diferents als originals?



Figura 3. *Alguns exemples més de la diversitat de forma i materials en els quals els sismogrames analògics s'han arxivat i preservat: (a) sismogrames en paper fotogràfic apilats en carpetes de cartró cordades amb cordills de tela i amb papers addicionals amb informació sobre els seus continguts; (b) sismogrames en paper fumat acumulats de forma aplanada en un armari adequadament ventilat, ignífug i amb un paper de pH neutre entre sismogrames contigus per evitar futurs problemes de conservació; (c) sismogrames en paper fumat enrotllats sobre sí mateixos, alguns embolcallats en papers amb informació addicional, guardats en una capsa de cartró i amb una etiqueta moderna enganxada.*
Fonts: Observatori Fabra (a); INGV (b, c).

Documentació accessòria

Entenem per **documentació accessòria** tots aquells materials relacionats amb les dades originals enregistrades, els instruments amb les que es van adquirir i qualsevol elaboració contemporània o posterior relacionada amb aquestes dades o instruments.

Sovint és imprescindible per poder analitzar correctament els sismogrames. I, fins i tot quan semblen redundants, pot ser molt valuosa per estudis o processats futurs diferents dels inicials, o fins i tot per resseguir, trobar i corregir algun error, distracció o accident original.

En aquesta fase d'identificació **res no es considera redundant**. Siguin originals, còpies o processats, cal identificar i consignar degudament tota la documentació accessòria existent. No és estrany que en alguns casos les còpies o materials aparentment redundants siguin després imprescindibles per "errors" o "accidents" inesperats.

Les documentacions complementàries més habituals que podem trobar son:

- **Control d'estació:** documentació o bitàcola de control d'estació d'adquisició de dades (Figura 4a).
- **Control de dades:** documentació o bitàcola de recepció o estudi de dades pròpies i/o alienes de fenòmens detectats (Figura 4b).
- **Control tècnic:** Documentació d'incidències, reparacions o manteniments (Figura 4c).
- **Calibratges:** dades originals o resultats dels calibratges realitzats (Figura 4d).
- **Fotografies o documentació gràfica** dels instruments, llocs, materials, persones, etc. (Figures 4e fins 4h).
- **Catàlegs de fabricants** o altres documents amb informació addicional o detalls tècnics dels instruments, materials i/o instal·lacions (Figura 4h).
- **Publicacions** de dades més o menys elaborades (Figures 4i i 4j).
- **Correspondència interna o externa** (Figures 4k i 4l).
- **Manuals de procediments tècnics, d'arxiu o d'anàlisis de dades** (Figures 4m, 4n i 4o).
- **Còpies de seguretat o informació útil sobre els materials i protocols de seguretat digital**, en cas que existeixin còpies digitalitzades.

En tots aquests casos, durant la fase d'identificació cal documentar tan bé com ens sigui possible els següents aspectes:

- què és: tipus de documentació complementària, tant si és alguna de les mencionades anteriorment com algun altre tipus addicional;
- qui va realitzar aquest registre/anotació, amb quina finalitat i en quin context;
- origen primari (escrit durant el registre o just en iniciar-lo o finalitzar-lo), secundari (dades anotades o copiades poc temps després per la persona responsable) o altres (compilacions, processats posteriors, protocols, informació annexa o no directament dependents de l'adquisició de dades);
- quin període de temps abasta: inici, final, periodicitat i freqüència dels registres, i si son continuats de forma homogènia o hi ha interrupcions més o menys evidents;
- si està format per un o diversos volums relacionats directament com a part d'una mateixa unitat documental;
- a quins instruments o altres dades es refereix: sensors, registradors, material d'arxiu, processats, etc.

I també els mateixos aspectes detallats a l'apartat anterior, de forma anàloga:

- El tipus de suport on s'ha realitzat el registre.
- Els sistemes amb que s'ha realitzat el registre sobre el suport.
- Les anotacions i altres marques addicionals
- La forma i materials en què s'ha arxivat i conservat.



Figura 4. *Alguns exemples de la diversitat de documentació accessòria que podem trobar entre el patrimoni analògic a l'Observatori Fabra: (**a**) llibre de control d'estació, amb registres de control i altres incidències instrumentals; (**b**) llibre de control de dades, amb informació detallada de cada terratrèmol detectat o reportat; (**c**) llibreta amb comentaris sobre les reparacions importants dels instruments; (**d**) llibre amb les mesures de calibratge realitzades i els resultats obtinguts, amb les formules utilitzades anotades a la contraportada; (**e**) fotografia realitzada durant la instal·lació dels sismògrafs mecànics Mainka en 1913; (**f**) fotografia realitzada alguns anys després, quan ja eren plenament operatius; (**g**) fotografia realitzada dècades després, quan també hi havien d'altres instruments fotogràfics i electrònics; (**h**) diagrames tècnics dels sismògrafs mecànics Mainka; (**i**) butlletí de 1914 elaborat per ser publicat i enviat a altres institucions; (**j**) manuscrit pel butlletí de 1939 que no va ser mai publicat a causa de les dificultats durant la guerra civil espanyola i la segona guerra mundial; (**k**) carpetes amb correspondència internacional classificada pel seu origen; (**l**) postal de reconeixement d'haver rebut els sismogrames originals demanats; (**m**) codis i protocols per desxifrar els telegrames internacionals amb informació sísmica; (**n**) telegrama rebut de l'Observatorio de Toledo; (**o**) "registre" de les fases detectades d'un terratrèmol analògic marcades a un paper (imatge superior, la part frontal) i un resumen dels seus paràmetres coneguts pel darrere (imatge inferior, la part posterior).*

*Fonts: ICGC(**h**) i Observatori Fabra.*

Estat de conservació / Problemàtiques més comunes

En aquesta exploració inicial es molt important anotar l'estat general de conservació amb tant detall com ens sigui possible, i en especial destacar si detectem de forma puntual, freqüent o global alguna de les següents problemàtiques:

- Fongs o altres infestacions no animals (Figures 5a fins 5c).
- Adhesions (Figura 5c).
- Insectes, rosegadors o restes que indiquin afectacions d'animals (Figura 5d).
- Brutícia o taques, i si sabem el possible origen (Figura 5e).
- Danys mecànics: mutilacions, pèrdues o rascades (Figures 5a i 5c).
- Oxidacions o afectacions dels materials: per tinta, per llum, pel tipus de paper o material, per contacte, etc. (Figura 5f).
- Deformacions (Figura 5g).
- Falta de software o hardware per poder accedir de forma total o parcial a la informació de medis digitals obsolets.

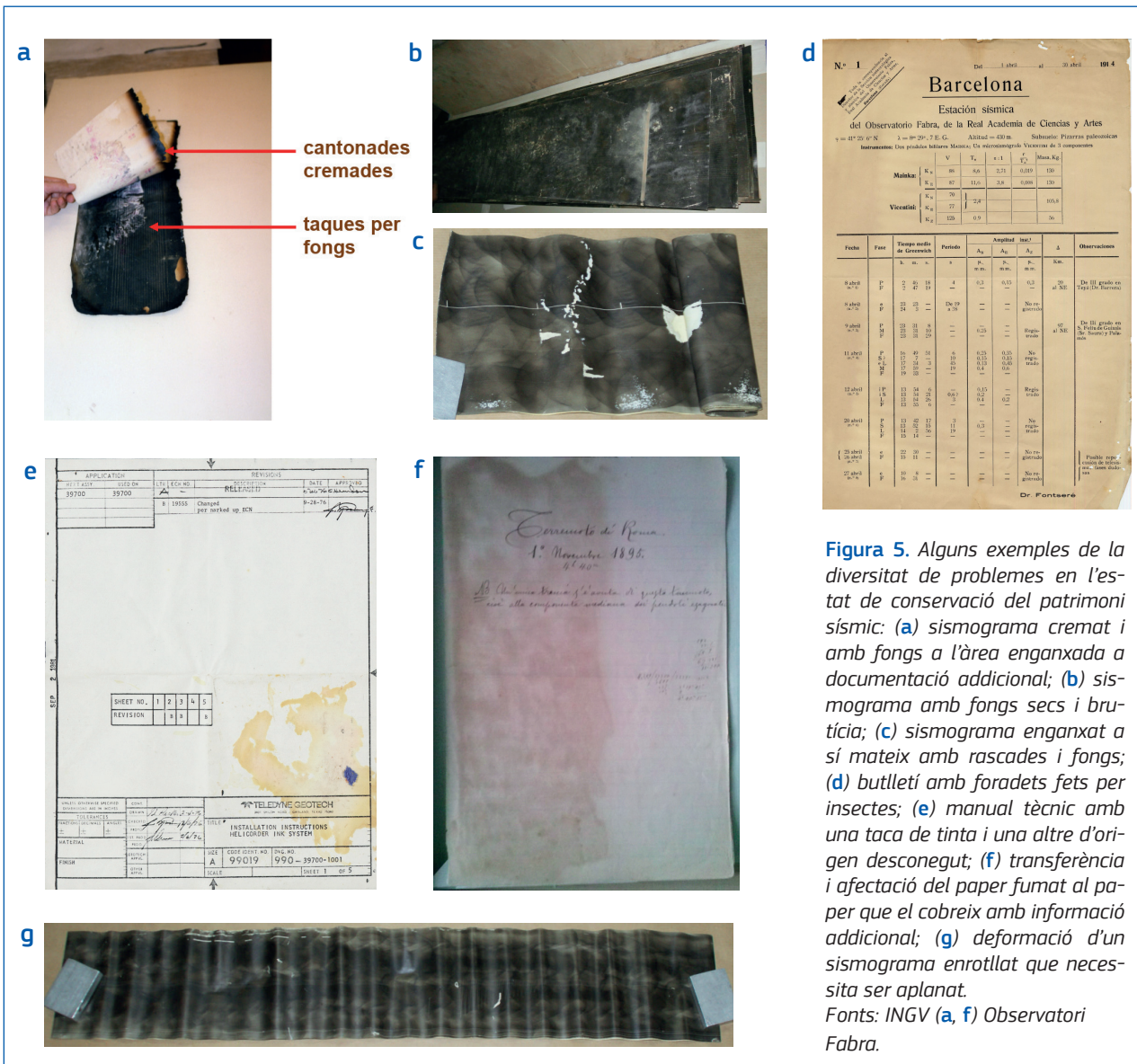


Figura 5. *Alguns exemples de la diversitat de problemes en l'estat de conservació del patrimoni sísmic: (a) sismograma cremat i amb fongs a l'àrea enganxada a documentació addicional; (b) sismograma amb fongs secs i brutícia; (c) sismograma enganxat a sí mateix amb rascades i fongs; (d) butlletí amb foradets fets per insectes; (e) manual tècnic amb una taca de tinta i una altre d'origen desconegut; (f) transferència i afectació del paper fumat al paper que el cobreix amb informació addicional; (g) deformació d'un sismograma enrotllat que necessita ser aplanat.*
Fonts: INGV (a, f) Observatori Fabra.

CAPÍTOL 2

INVENTARIS I CATÀLEGS

Quines llistes de materials i dades necessitem i com aconseguir-les.

Introducció

Per afrontar un projecte concret (determinar com s'organitza un arxiu de sismogrames, millorar la seva organització o la seva preservació pel futur, muntar-lo des de zero, etc.), cal saber què abasta, quants i com son els seus continguts. Els llistats o grups de llistats amb aquesta informació que es basen en comptabilitzar les unitats els anomenarem inventaris, mentre que els que prioritzen la informació sobre el seu tipus o continguts els anomenarem catàlegs. La seva estructura i el seu contingut exacte dependrà en cada cas dels objectius del projecte i dels recursos disponibles.

En aquest capítol repassem algunes idees bàsiques i recomanacions per a maximitzar els resultats potencials d'aquests esforços en el cas concret dels sismogrames analògics i la seva documentació accessòria.

IMPORTANT

- Aquesta fase ja no és purament descriptiva com al capítol anterior. Ara busquem extreure el màxim d'informació rellevant pels nostres objectius sobre el patrimoni sísmic disponible. I això pot implicar actuar sobre ell fent-ne alguna manipulació o canvi (en els sismogrames, en les capses que els contenen, etc.) que podria ser no reversible. Així doncs, cal una tasca important de plantejament previ dels objectius i les tasques detallades a fer i els seus possibles efectes abans de començar a treballar-hi.

Plantejament previ de les tasques

L'elaboració d'un inventari o catàleg requereix d'una **planificació detallada**. Ja no és la realització d'una exploració i llistats amb finalitats informatives com en la fase prèvia d'identificació descrita al capítol 1. Ara és un projecte en sí mateix que requerirà d'un treball metòdic i curós molt més extens i detallat que, segons el volum i particularitats del patrimoni sísmic, pot necessitar recursos importants. Per tant, és important fer-ne una bona planificació per maximitzar els resultats obtinguts. El plantejament previ de les tasques és la primera part d'aquest treball, i si es realitza de forma prou completa i detallada facilitarà molt les etapes posteriors i evitarà caure en inconsistències i altres problemes que poden crear repeticions de tasques i correccions indesitjables.

Recomanem realitzar aquesta planificació documentada explícitament amb el màxim de cura i atenció possible, i tenint en compte els següents aspectes importants a considerar:

- Segons els objectius necessitarem unes informacions o unes altres, però per evitar accidents o problemes de conservació és millor minimitzar el numero de vegades que s'actua a sobre del material (sismogrames, documents, etc.). Davant del dubte de si seran necessàries en el futur, es recomana tendir a extreure tantes dades addicionals com ens sigui possible.

- És crucial recollir de la forma més complerta possible la informació de com estava el patrimoni a revisar en detall ABANS de canviar-ne res. Recomanem destinar prou temps a realitzar i documentar extensament la fase prèvia d'identificació (capítol 1) i realitzar fotografies, diagrames, descripcions, explicacions, etc. de l'organització original del patrimoni sísmic i dels altres elements o envoltants (capses, etiquetes als prestatges, etc.), així com també de l'espai al seu voltant o relacionat d'alguna manera.

- Segons el seu estat de conservació i els recursos disponibles, aquesta fase s'ha de realitzar abans, després o de forma paral·lela a les accions de conservació i/o restauració que es considerin necessàries. Igualment, és necessari tenir en compte l'ús i conservació posterior que es vol donar a aquest patrimoni. Per això recomanem llegir tot aquest manual abans d'iniciar-ne el plantejament detallat i les tasques d'inventari o catalogació.

- Els recursos bàsics (pressupost, temps i personal) habitualment són escassos i molt volubles. Podem haver-los previst insuficientment o quedar-nos sense una part important per molts motius més o menys inesperats. O, al contrari, pot aparèixer una oportunitat formidable però amb molt poc marge de preparació per aprofitar-la. La gestió dels imprevistos previsibles és un punt molt important a tenir en compte en el plantejament i la coordinació de la feina a fer. Per això és molt important que la feina plantejada sigui: (i) tant escalable com sigui possible; (ii) útil per parts fins i tot incomplerta; (iii) ben documentada; i (iv) fàcil de reprendre si es veu inesperadament interrompuda.

- La realització del plantejament detallat de les tasques hauria d'anar de global a particular. Inicialment plantejar-se una classificació mínimament útil molt semblant a la original. A continuació considerar un a un els interessos particulars dels nostres objectius que justifiquen una diferent reorganització de les dades i els efectes positius i negatius que poden tenir en el treball global (bàsicament considerar "pros" i "contres"). I finalment, considerar com s'afrontaran els casos especials, com per exemple: a) si els sismogrames fora de lloc només es documentaran o si es reordenaran; b) si es desitja remarcar alguna dada especial com ara si conté o no algun terratrèmol d'un determinat catàleg; c) si els sismogrames amb alguna degradació important s'apartaran o no durant les tasques d'inventari per ser restaurats o conservats de forma diferent a la resta; etc. És important que el plantejament de les tasques sigui tant detallat i contempli tantes casuístiques com sigui possible abans de l'inici de les tasques.

- Encara que sembli redundant, sol ser més fàcil, progressiu i escalable inventariar primer de forma complerta les unitats superiors (com ara capses, prestatgeries, carpetes, etc.) i deixar per quan estigui finalitzat l'inventari o catàleg del seu contingut (sismogrames, llibres, cartes, etc.).

- Plantejar una base de dades amb diverses taules interrelacionades fa més complexa la fase de plantejament però és molt més versàtil i fàcil de readaptar que els típics llistats, especialment en el cas dels catàlegs. En tot cas, cal plantejar a cada llistat codis unívocs diferents dels codis de correlació entre les taules d'una mateixa base de dades.
- El que es fa públic o es mostra com a resultat sempre és un subproducte o una reducció del conjunt de dades acumulades. En el moment de crear cada taula o llistat ha de ser el més exhaustiva, complerta i complexa possible, fins i tot si en molts casos hi ha camps per completar. És important distingir clarament en aquests casos entre: (i) no existent; (ii) desconegut; (iii) negatiu; o (iv) altres "codi/s d'error/s" específics.
- L'estudi de com han afrontat aquestes tasques altres institucions o organismes amb patrimoni i objectius més o menys semblants pot donar idees, advertències i exemples concrets molt valuosos. Recomanem amb insistència explorar les referències dins la secció final *Recursos i Referències* i altres treballs, fins i tot els que encara estan en curs.

Codi (sencer)	Valor	Significat
	void	Camp no omplert encara per aquest registre (p. ex. quan la taula està encara sent omplerta).
0	0	0 sismogrames, omplert quan és raonablement segur que no hi ha cap sismograma amb registre del terratrèmol del de l'estació ID
qualsevol nombre de: {1, 2, 3, ..., 127}	1, 2, 3,..., 127	Nombre de sismogrames amb registres del terratrèmol des de l'estació ID (el tipus de cada sismograma i les seves propietats es guarden en altres camps de la taula "Terratrèmols identificatsde la Estació ID i en altres taules relacionades amb informació sobre les seves propietats).
-128	NO	No seria lògic trobar registre del terratrèmol des de l'estació ID a cap sismograma, per exemple perquè els instruments de l'estació ID van ser instal·lats després de la data d'aquest terratrèmol.
-1	Err1	Podria haver-ne algun, però el nombre exacte de sismogrames és desconegut per un determinat problema, com per exemple que algun dels possibles sismogrames no s'ha pogut comprovar per haver estat enviat a restaurar-lo.
-2	Err2	Podria haver-ne algun, però el nombre exacte de sismogrames és desconegut per un altre determinat problema, com per exemple que hi ha documentació sobre haver estat identificat a algun possible sismograma que no s'ha pogut comprovar per estar encara pendent de trobar-lo.
qualsevol nombre de: {-3, -4, ..., --127}	Err#, on: #=-3, ..., -127	Altres casos particulars en que podrien haver-ne però el nombre exacte és desconegut per algun altre problema previsible que ens interessa marcar de forma diferent per si un cas en el futur ens interessés buscar aquests casos particulars.

Taula I. *Exemple de possibles valors sencers admissibles per l'objecte anomenat "Nombre de sismogrames analògics amb registres del terratrèmol" de la taula "Terratrèmols identificats de la Estació ID" connectat amb el registre relacionat amb un determinat codi de la taula "Terratrèmols" d'un catàleg que fa servir bases de dades relacionals. Aquest exemple teòric mostra com el plantejament amb arquitectures amb bases de dades, tot i aparentment complex, ajuda a discriminar situacions específiques i obtenir informació addicional potencialment útil per molts possibles usos futurs.*

A1



B1



B2



C1



C2



C3



D1



D2



D3



Figura 6. *Alguns exemples de diferents arxius sísmics per il·lustrar com el plantejament previ de les tasques per a un inventari o catàleg específic pot dependre fortament no només dels seus objectius sinó també de l'accessibilitat, les condicions de preservació i el coneixement previ del patrimoni sísmic: Les instal·lacions d'emmagatzematge a l'engròs a California mostrades a* **A1**, *plenes de patrimoni sísmic, provoquen dificultats en l'accessibilitat i riscos de degradació. Els sismogrames parcialment cremats de Lisboa (mostrats a* **B1** *i més a prop a* **B2**) *estan tan danyats que requereixen una restauració important i tècniques avançades de manipulació. Per una altre banda, l'arxiu de l'Observatori de l'Ebre mostrat a* **C1**, **C2** *i* **C3** *ha aconseguit mantindre raonablement ben preservats i fàcilment accessibles (fins i tot amb còpies digitalitzades disponibles en línia), amb els escassos recursos humans i materials típics a les petites institucions. I finalment, l'Observatorio Geofísico de Toledo, com a institució central de la xarxa sísmica a Espanya, ha pogut crear un arxiu més professional i modern (mostrat a* **D1**, **D2** *i* **D3**) *per conservar el seu patrimoni sísmic evitant més deteriorament i pèrdues i dur a terme projectes de catalogació i digitalització dels seus més d'un milió de sismogrames de diferents formats i suports, a més de la seva documentació accessòria.*
*Fonts: L.Hawng (***A1**); *J.Batlló (***B1**, **B2**), *Observatori de l'Ebre (***C1**, **C2**, **C3**) *i Observatorio Geofísico de Toledo (***D1**, **D2**, **D3**).

Plantilles bàsiques

Cada projecte d'inventari o catàleg ha de tenir la seva plantilla de dades a obtenir que dependrà del conjunt concret del patrimoni al que es refereix i dels objectius del projecte concret. Si el projecte s'ha planejat en fases escalables, cadascuna d'aquestes fases pot tenir la seva pròpia plantilla.

Per exemple, considerem el cas teòric, amb fortes limitacions en recursos i temps disponible, d'un catàleg d'una petita xarxa d'estacions amb patrimoni sísmic, els objectius del qual son la localització del patrimoni sísmic i l'avaluació de quant podria costar un possible projecte futur per traslladar tot aquest patrimoni sísmic a un arxiu centralitzat amb millors condicions de preservació. El plantejament previ de les tasques ho ha dividit en fases successives:

- ✓ A la fase A, cada estació de la xarxa es documenta i contacta per animar-la a realitzar la seva pròpia identificació del seu patrimoni sísmic (com s'explica al capítol 1).
- ✓ A la fase B, es preparen alguns qüestionaris addicionals fent servir les identificacions preliminars per aconseguir un o més catàlegs comuns dels diferents tipus de patrimoni present a les estacions, amb tanta informació com resulti possible sobre els seus diversos processos relacionats: registre, identificació, publicació i el seu estat particular de conservació.
- ✓ A la fase C, es planifiquen mesures addicionals més específiques i avaluacions quantitatives per cada tipus de patrimoni per dissenyar les seves condicions de preservació necessàries i el volum, pes, riscos, cost, etc., relacionats amb un possible trasllat a un arxiu centralitzat.

En aquest cas teòric, cada fase necessitarà les seves pròpies plantilles, i el més probable és que els camps de la plantilla d'una fase depenguin dels resultats de les fases prèvies. També poden dependre de si es publicaran o no els possibles catàlegs, de si és previsible o no la continuació d'aquests esforços, etc. Aquestes fases podrien donar diferents resultats, que van des d'algunes llistes o inventaris simples més o menys relacionats, fins a un catàleg coordinat escalable que podria ser incrementat i fet servir en el futur per a altres propòsits.

En tot cas, és important considerar que aquest esforç per obtenir aquestes dades, per ser també útil a d'altres, es faci seguint els criteris per obtenir **metadades FAIR** (*Findable, Accessible, Interoperable, Reproducible*), que es refereix a obtenir dades localitzables, accessibles, interoperables i reproduïbles (veure referències [5] i [6]) .

Projectes similars anteriorment iniciats per altres institucions i algunes iniciatives per a estandarditzar aquest tipus de dades en el cas concret del patrimoni sísmic es poden trobar a l'última secció d'aquest manual *Recursos i Referències*.

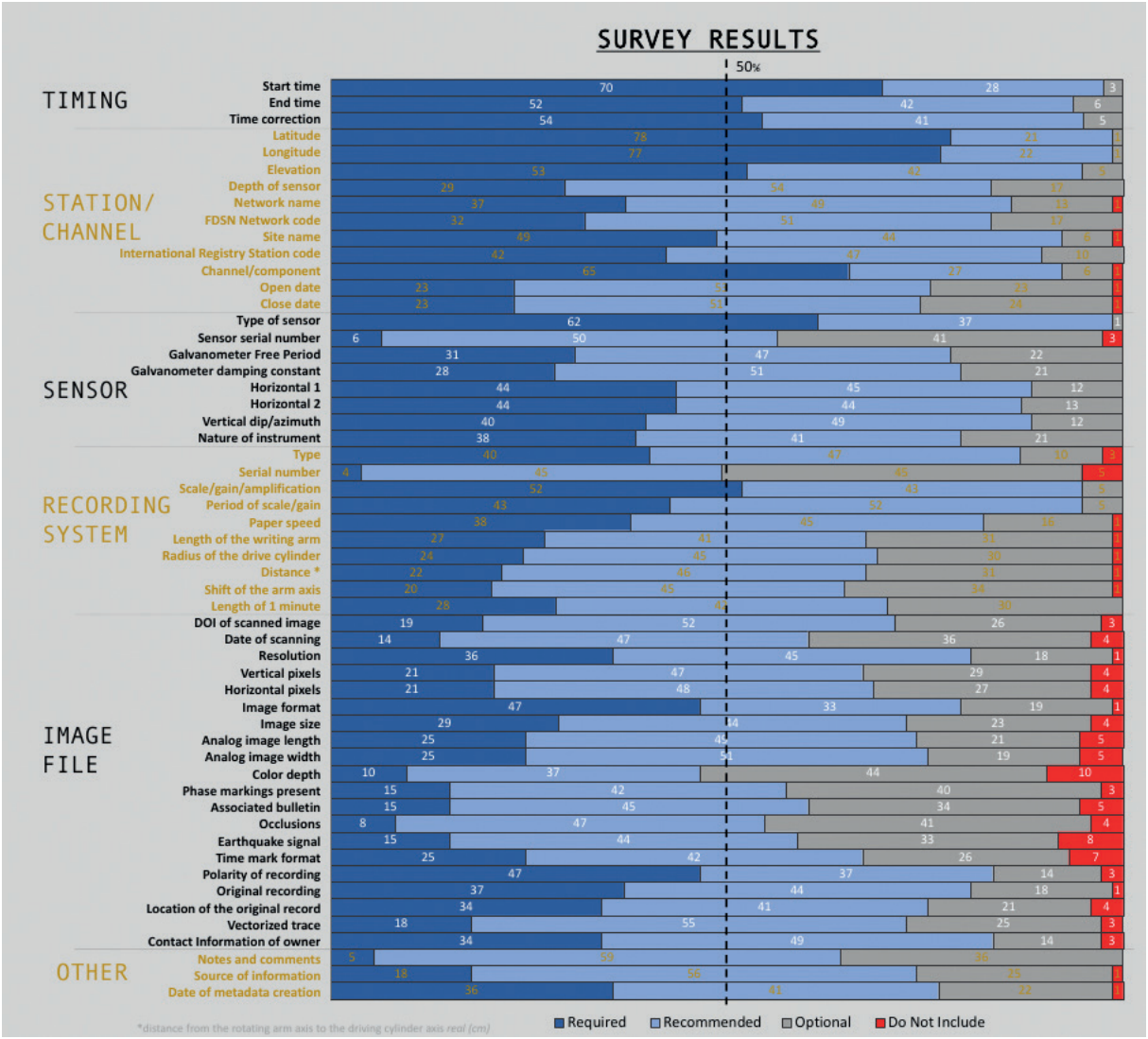


Figura 7. *Llistat dels 55 elements de metadada suggerits per a les imatges digitalitzades dels sismogrames analògics per crear un estàndard que permetrà coordinar-se per la seva publicació i per facilitar-ne el seu ús sota condicions FAIR. Es va enviar un qüestionari a molts centres de tot el mon demanant que indiquessin per cadascun d'aquests elements si creien que hauria de ser un requeriment, recomanat, opcional o directament millor no ésser inclòs. La gràfica mostra els resultats d'aquest qüestionari presentats a la referència [7]. Font: L.Hawng and T.Ahern.*

CAPÍTOL 3

CONSERVACIÓ I PRESERVACIÓ

Fer-ho el millor possible amb els recursos disponibles.

Introducció

La conservació preventiva és una disciplina que es basa en evitar el deteriorament mitjançant la relació del patrimoni amb el seu entorn. El primer pas imprescindible és avaluar l'espai i l'estat inicial. Després considerar i planificar en detall els canvis mínims urgents per solucionar els problemes més greus detectats. La resta de canvis o millores que no es refereixen a problemes que impliquen un risc pel patrimoni es plantejaran, estudiaran i valoraran posteriorment amb més calma i molta més planificació segons les possibilitats de cada institució de forma que respongui també al propòsit del seu ús i visibilitat final.

IMPORTANT

- Compte amb pensar que tots els canvis són teòricament a millor. Estudiar com conservar i preservar de forma òptima no necessàriament implica fer canvis ni despeses significatives. A vegades només implica en gran mesura avaluar, reconèixer i documentar adequadament protocols que han estat exitosos durant molt de temps amb canvis molt petits o pràcticament inexistents.
- Les possibilitats i finalitats de cada arxiu i institució son molt diverses. No només en referència als seus recursos econòmics i activitats previstes, sinó també en experiències prèvies similars i interrelacions amb altres projectes.
- Moltes pèrdues i degradacions difícils o impossibles de recuperar es podrien haver evitat amb una exploració, avaluació i planificació adient, sense grans recursos ni costoses intervencions.

Avaluació prèvia de l'espai, el mobiliari, els materials i els riscos associats

En l'avaluació de l'espai i l'estat inicial en que es troba el patrimoni s'hauria d'incloure com a mínim els següents aspectes:

✓ **Característiques ordinàries de l'espai:**

- Serveis i instal·lacions bàsiques existents (electricitat, aigua, gas, etc.) i els mecanismes actius i passius per evitar riscos associats (inundacions, incendis, humitat excessiva, etc.).
- Serveis i protocols ordinaris de ventilació i neteja.
- Control actiu i passiu d'infestacions (insectes, rosegadors i aus especialment).
- Seguretat davant de robatoris o vandalisme.
- Valoració dels riscos naturals i artificials més significatius.
- Croquis amb els accessos, ventilacions i zones de treball i de pas.

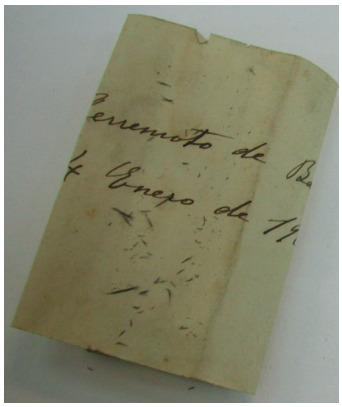
✓ **Característiques ordinàries del mobiliari d'emmagatzematge:**

- Obert o tancat (indicant el tipus de tancament i ventilació).
- En contacte o aïllat/esmorteït respecte al terra.
- Materials (fusta, metall, plàstics, etc.).
- Capacitat total, volum disponible útil i volum útil ocupat/disponible.
- Dimensions externes i internes.
- Pes per unitat de suport disponible i pes que suporta actualment.
- Estat de conservació del mobiliari i possibles patologies.
- Croquis amb la localització a l'espai, els accessos/obertures i la distribució interna del patrimoni.

✓ **Característiques ordinàries dels elements d'emmagatzematge, protecció i marcatge directament en contacte amb el patrimoni:**

- Tipus: caixa, carpeta, embolcall, separacions, fundes, cordills, etc.
- Materials (fusta, metall, plàstics, etc.) marcant el gruix i si té característiques especials (ignífug, pH neutre -phN-, opac/translúcid/transparent, tractat contra infestacions, etc.).
- Volum total, volum disponible útil i volum ocupat.
- Dimensions externes i internes.
- Capacitat de càrrega: pes màxim interior i exterior que suporta per unitat (teòric i real actualment).
- Estat de conservació i possibles patologies (degradat, infestat, brut, etc.).
- Podria ser no adequat pel material amb el que està en contacte? (phN, translúcid/opac, etc.).
- S'està fent servir adequadament? (contingut que sobresurt per excés o per dimensions incorrectes excessives, tancat incorrectament, excessiu pes a sobre, posició incorrecta, etc.).

a



b



c



d

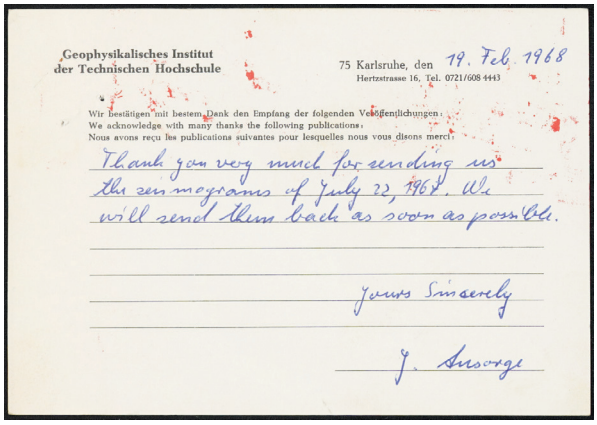
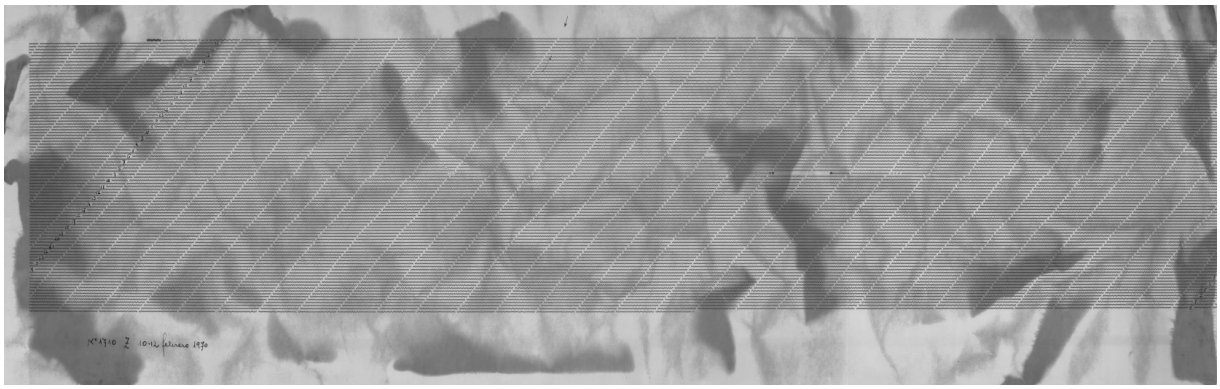
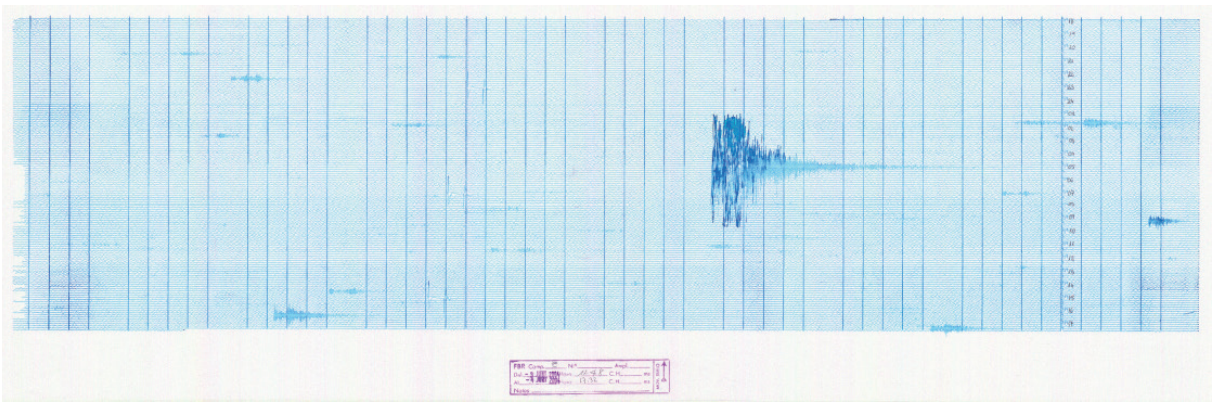


Figura 8. *Exemples de la diversitat de problemes i riscos de conservació:*
a) *brutícia superficial;*
b) *degradació mecànica a causa d'un emmagatzematge no apropiat;*
c) *paper acidificant en contacte directe de forma inadequada;*
d) *taques de tinta;*
e) *degradació de components químics;*
f) *atenuació de la tinta per excessiva exposició a la llum.*
Font: Observatori Fabra.

e



f



✓ **Característiques variables de l'espai:**

- Les principals variables a mesurar son:
  - **Condicions climàtiques:** Temperatura i humitat son les principals variables.
  - **Il·luminació natural o artificial, directa o indirecta, indicant rangs aproximats** d'intensitat i freqüència.
- En cada cas s'ha de mesurar o almenys estimar els màxims, mínims i cicles d'oscil·lacions típics (diaris, mensuals, estacionals i anuals).
- Les mesures i valors estimats han de ser per les superfícies de contacte i per l'aire (interior i exterior als mobles i altres espais tancats).
- També cal per les sales/espais annexos amb connexió directa i dels espais exteriors per preveure la possible afectació potencial d'una fallada dels mecanismes de control artificial dels elements, afectació per activitat a llocs annexos mal aïllats, etc.

✓ **Patologies i problemàtiques concretes detectades als documents. Cal avaluar com a mínim en cada cas el % de documents afectats i el màxim grau d'afectació observat, a poder ser amb una escala de gravetat objectiva:**

- Brutícia superficial netejable: pols, pol·len, petits elements acumulats, etc.
- Taques (d'ús, contacte, oxidacions, etc.).
- Oxidacions i acidificacions: per la composició del paper, per contacte amb un altre material annex (tinta, paper acidificat, etc.), per excessiva exposició a la llum, per condicions climàtiques extremes, etc.
- Mutilacions, estrips, pèrdues, rascades, deformacions o altres danys mecànics.
- Adhesions, indicant si és per degradació del material o diferent origen.
- Fongs, indicant tota la informació addicional que es pugui: color, relleu, geometria, etc.
- Animals o restes de la seva presència (insectes, rosegadors, rèptils, etc.) indicant si semblen recents o passades a més de tota la informació addicional que es pugui.
- Altres degradacions, indicant tanta informació addicional com es pugui (inundació, exposició a fum, cremades, etc.)

✓ **Accés i activitats previstes sobre el patrimoni i el seu entorn, indicant la freqüència mínima i màxima per a cada tipus de manipulació. Especialment aquelles que puguin suposar:**

- Risc per manipulació.
- Risc per canvi de condicions ambientals habitual.
- Risc de desordre o pèrdua accidental.
- Risc per robatori o vandalisme.
- Risc d'incursions, infestacions, fonts de pols, contaminació o afectacions puntuals previsibles.

Actuacions i protocols a planificar i preparar

Abans de canviar res, cal explorar, plantejar-se, planificar i documentar explícitament l'estat actual i els objectius raonablement esperables per cadascuna de les actuacions de conservació i preservació més habituals:

1. Control mediambiental.
2. Control d'infestacions.
3. Neteja ordinària dels espais, mobiliari i emmagatzematge.
4. Neteja del patrimoni, en cas necessari.
5. Control d'accés i seguretat.
6. Control de les activitats, visites i usos previstos.
7. Manipulació directa del patrimoni.
8. Transport i/o exposició temporal.
9. Supervisió regular del deteriorament.
10. Actuacions puntuals i decisions urgents en cas d'incidències.

És molt recomanable documentar com a mínim ***quan***, ***qui*** i ***com*** es realitzarà cadascun d'aquests temes llistats. També **revisar-ho amb una periodicitat prèviament planejada**.

La documentació resultant de la revisió inicial, dels objectius desitjats i de revisions posteriors hauria de conservar-se juntament amb els informes o la documentació addicional de qualsevol incident que pugui sorgir. No només per supervisar deixant-ne constància dels progressos assolits, sinó també com a dades molt útils per exemple per detectar problemes recurrents o per poder valorar qualsevol possible estimació futura d'optimització de recursos.

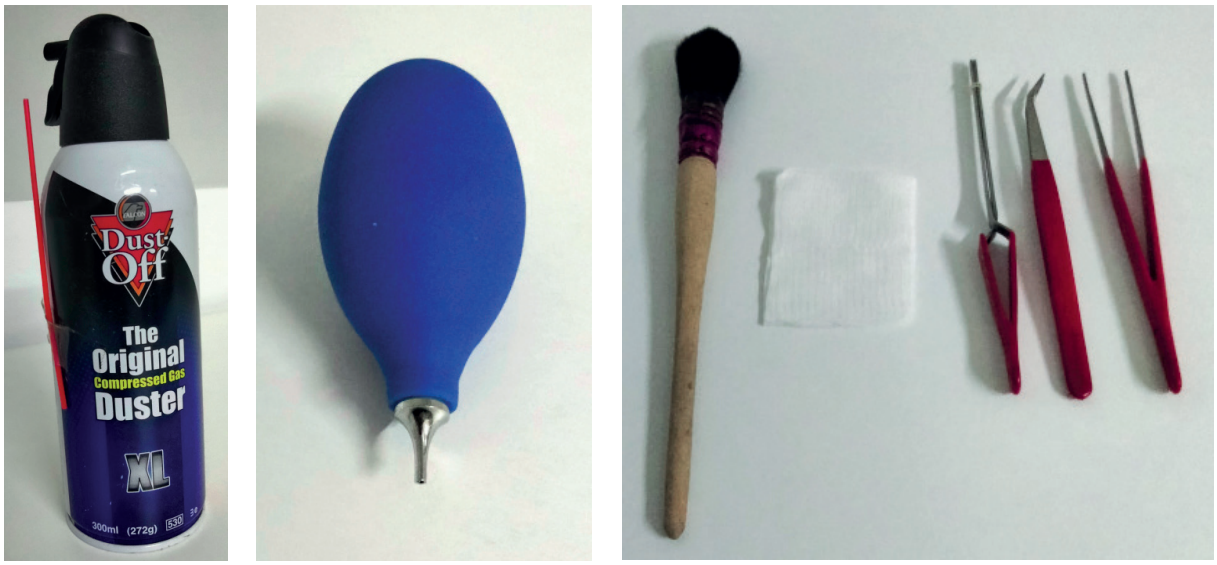


Figura 9. *És preferible netejar només els contenidors protectors enlloc del patrimoni directament. Només en aquells casos en que sigui realment necessari, simple i fàcil, podria fer-se una neteja mecànica, evitant en tot moment danyar o rascar les superfícies o peces mitjançant l'ús del mecanisme més suau possible. L'aire sec (per evitar condensacions en la seva aplicació) utilitzat lleument des d'una distància prou cautelosa (per evitar excessiva pressió o canvis sobtats de temperatura) es podria fer servir només si el material no és massa fràgil. Cal remarcar que l'ús d'altres instruments, líquids o químics no es considera neteja per preservació/conservació, sinó restauració (veure el capítol següent).*
Font: Observatori Fabra.

Suggeriments generals

Hi ha tres regles bàsiques a seguir al llarg de totes les fases relacionades amb la conservació i la preservació del patrimoni sísmic:

I. Un arxiu que s'ha mantingut durant molt de temps raonablement ben conservat sense grans oscil·lacions ambientals ni d'entorn ni d'activitats es pot preservar sense canvis significatius si continua en el mateix microclima i condicions, encara que no compleixi tots els paràmetres ideals. De tota manera, convé documentar explícitament l'avaluació prèvia de l'espai, el mobiliari, els materials i els riscos associats, així com les actuacions i protocols relacionats ja comentats.

II. Una bona protecció ha d'evitar el màxim possible la brutícia, taques, mutilacions, oxidacions, deformacions, etc. Aquestes afectacions, si són prèvies, potser no requereixen una actuació urgent, però sí planificar quins canvis en la conservació i manipulació s'han d'introduir per evitar incrementar-les i anar corregint-les gradualment o en les possibles manipulacions o actuacions futures.

III. És important compatibilitzar la difusió i l'ús del patrimoni amb una correcte preservació. Fins i tot amb els consells d'aquest apartat és important aconseguir un equilibri entre una preservació acceptable i un accés que permeti la seva utilitat i difusió que el posi en valor, ja que això a la llarga també repercutirà en l'interès de la seva preservació.



Figura 10. *Amb materials com Remay®, Melinex® i papers o cartolines neutres (pH neutre) i una mica de traça es pot exhibir el patrimoni amb una protecció prou adequada de la llum, humitat i altres riscos amb una inversió limitada.*
Font: Observatori Fabra.

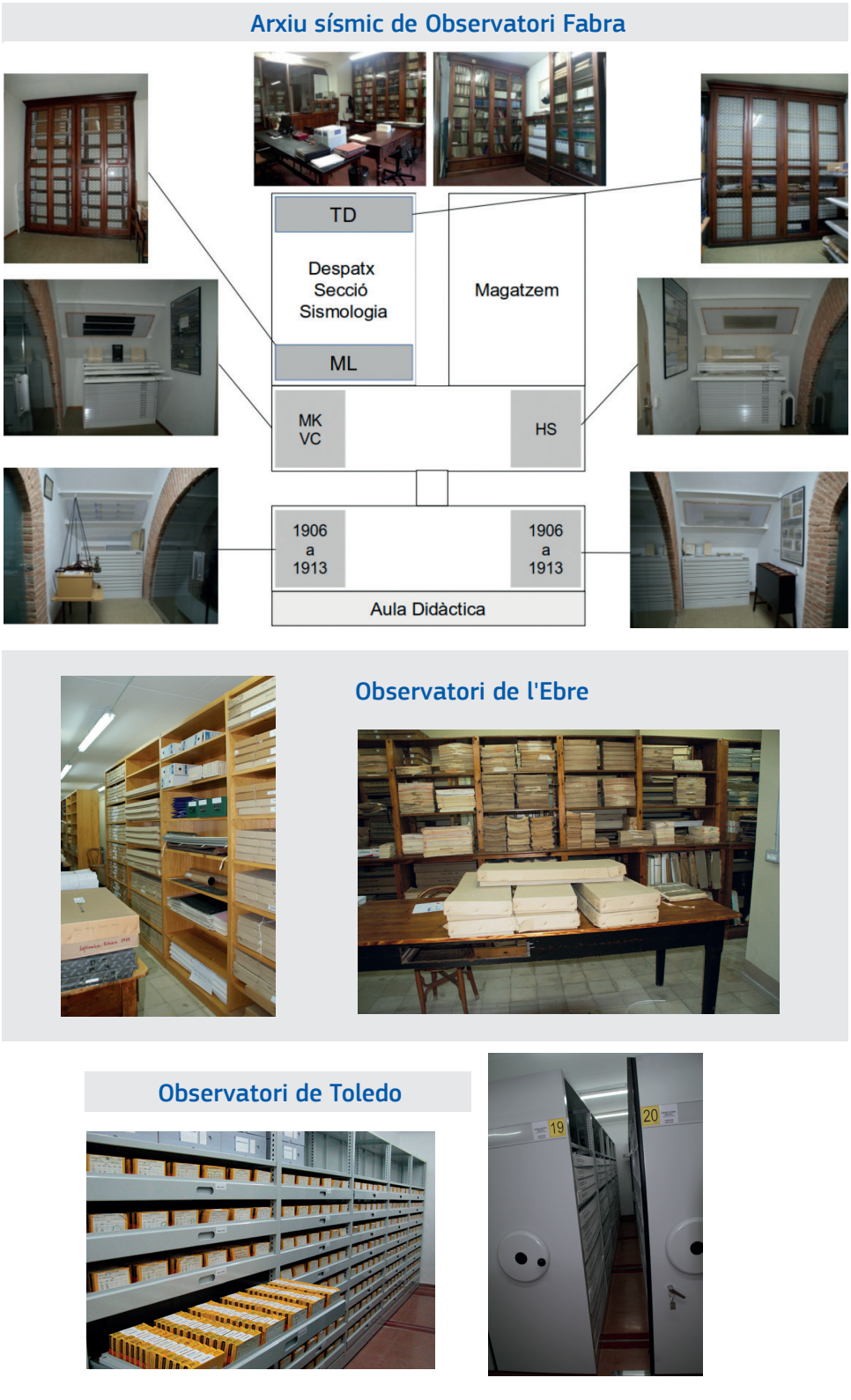


Figura 11. *Tres exemples de tipologies de conservació. a) Observatori Fabra ha realitzat canvis i actuacions importants durant l'última dècada amb recursos limitats per solucionar problemes de preservació detectats prèviament i facilitar el seu ús i exhibició; b) Observatori de l'Ebre manté el seu arxiu raonablement ben preservat i disponible, de forma que no es planeja cap intervenció urgent i els seus recursos es centren en digitalitzar-lo; c) Observatorio Geofísico de Toledo, la institució central de la xarxa sísmica estatal, ha pogut crear un arxiu modern més professional.*

Fonts: Observatori Fabra; Observatori de l'Ebre; Observatorio Geofísico de Toledo.

Suggeriments i consells addicionals a considerar

- El material dels embolcalls sovint és el causant de la degradació del patrimoni contingut. S'ha de remarcar la conveniència de l'ús de papers i cartrons de ph neutre (phN) opacs que permetin la ventilació. En aquells casos en que no sigui possible comptar amb els recursos necessaris per canviar els materials inadequats es pot optar per folrar-los o interposar-ne làmines de material (paper, cartolines o cartró) neutre per evitar el contacte directe fins que no es pugui substituir.

- Cal remarcar la necessitat d'evitar especialment que el patrimoni sísmic estigui en contacte directe amb:
  - ✗ gomes o materials similars ràpidament degradables deixant residus,
  - ✗ adhesius o coles plàstiques,
  - ✗ metalls oxidables (grapes, clips),
  - ✗ papers o cartrons amb colors i/o tintes acidificants i/o causants de transferències.

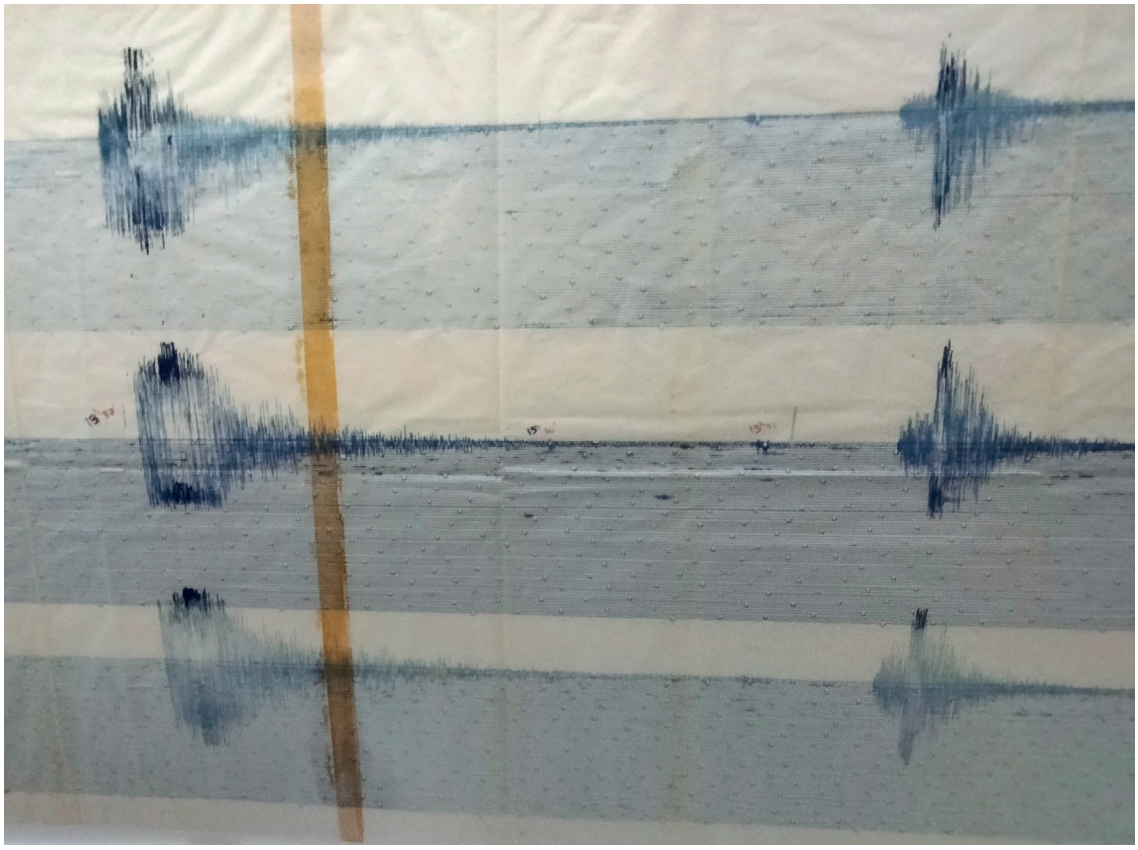


Figura 12. *El contacte directe amb materials inadequats pot causar importants problemes de preservació a llarg termini. Font: Observatori Fabra.*

- És preferible un emmagatzematge tancat per evitar contaminacions ambientals i molts dels riscos més freqüents, però cal assegurar-se que sigui amb els materials adequats que puguin garantir una correcta ventilació i condicions ambientals i d'accés.



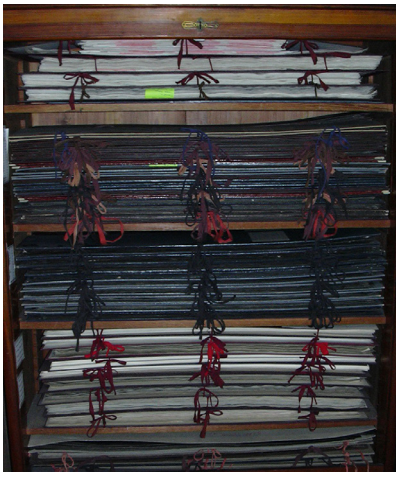






Figura 13. *Les carpetes amb cordes eren contenidors molt habituals en el passat. Malauradament, no protegeixen suficientment dels insectes, de la contaminació ambiental ni de la pols. A més a més, les cordes sovint ocasionen trencaments accidentals. Les caixes de pH neutre o calaixos adequats son millors opcions. Font: Observatori Fabra.*

- Es recomana un espai tancat, d'ús i accessos controlats. Lluny de llocs o d'instal·lacions de serveis ordinaris que comportin riscos innecessaris per accident (com per exemple instal·lacions d'aigua, llum, gas, desaigües, àtics, soterranis, etc).

- En el disseny dels espais, a més de l'emmagatzematge, cal tenir en compte a on i com es produirà la manipulació prevista dels materials. I si l'espai d'emmagatzematge es preveu que sigui visitable d'alguna manera.

- Les estanteries i calaixos metàl·lics amb pintures i accessoris ignífugs són preferibles a les de fusta perquè tenen molts menys riscos ambientals i son de neteja i manteniment més fàcil.

- S'ha d'evitar apilar grans quantitats de volum o pes per minimitzar els riscos de deformacions o degradacions mecàniques tant dels materials com del mobiliari d'emmagatzematge.



Figura 14. *Per minimitzar la possible degradació i prevenir al·lèrgies i altres riscos, sempre s'ha de tenir disponible a un lloc proper i fàcilment visible guants, màscares i les eines necessàries adequades per manipular el patrimoni. Seleccionar mides apropiades per cada cas és important per un ús adequat i còmode. Els guants de cotó són els més suaus, còmodes i reutilitzables. Els de làtex, silicones o nitril ens poden servir com a opcions no reutilitzables més econòmiques però només si no deixen residus (cal fixar-se en que no estiguin deteriorats ni tinguin pols o altres materials que puguin deixar residus). Per petites reparacions o evitar que augmentin fissures existents només es pot fer servir materials especialitzats com els de la imatge que garanteixin pH neutre i que l'adhesiu no deixa residu ni afecta al substrat. I si s'han de fer servir eines directament sobre els originals, com per exemples lupes per analitzar el detall dels registres, cal assegurar-se que ni els seus materials ni la seva forma danyaran ni tacaran el patrimoni.*
Font: Observatori Fabra.



Figura 15. *Cal fer servir contenidors protectors de cada material exposat. A més de control i seguretat enfront de robatoris, ajuda a evitar accidents, una manipulació no apropiada i fa més fàcil el control davant d'activitats o usos inesperats. És molt recomanable que comptin amb tancaments, fins i tot si no sempre estan tancats o si es fan servir claus comunes.*
Font: Observatori Fabra.

- En general quanta menys llum millor, tant en intensitat com en temps d'exposició. Especialment la llum natural directe. Afecta principalment, per ordre d'importància, a:
    1. Substrats fotogràfics.
    2. Paper tèrmic.
    3. Tinta.
    4. Paper (fumat o no).
    5. Altres materials.
- És important assegurar una ventilació regular i suau que produeixi la renovació de l'aire. També evitar condensacions puntuals i treballs o fonts properes de contaminacions que puguin embrutir i/o afectar al material (obres, reparacions, fumigacions, pintures, etc.).
- La temperatura ideal d'un arxiu mixt és entre 18ºC i 20ºC.
- La humitat ideal depèn més fortament del tipus de material. Hi ha força matisos a considerar a la bibliografia especialitzada, però a la *Taula II* indiquem uns rangs aproximats prou vàlids per la majoria de casos dintre dels quals no s'haurien de produir degradacions significatives per humitat.

➢ Quant més lluny dels rangs òptims recomanats per temperatura i humitat i més oscil·lacions hi siguin presents (especialment si son ràpides), més degradacions patirà el patrimoni.

Material del substrat	Marge inferior d'humitat	Marge superior d'humitat
Paper fumat	50	55
Paper amb tinta	50	55
Paper tèrmic	45	50
Paper fotogràfic	45	50

Taula II. *Recomanacions per a una conservació òptima dels màxims i mínims d'humitat per diversos tipus de sismogrames.*



Figura 16. *En cas de limitats recursos, hi ha opcions econòmiques que poden ajudar a controlar les temperatures i humitats màximes i mínimes, que son els factors ambientals més crítics a vigilar.*
Font: Observatori Fabra.

- Les infestacions i els fongs s'han de solucionar prioritàriament amb la màxima urgència possible. És molt important aïllar d'immediat els elements afectats de la resta per evitar-ne la propagació en la mesura del possible.





Figura 17. *Es poden fabricar fàcilment trampes per insectes o rosegadors, però hi ha també moltes opcions econòmiques disponibles al mercat per detectar i controlar les plagues el més aviat possible. Cada trampa s'ha de revisar periòdicament per ser d'utilitat. És important fer servir aquelles que no atrauen res dins dels contenidors del patrimoni i situar les que contenen químics només fora per evitar atraure noves colònies.*
Font: Observatori Fabra i https://www.e-econex.net





Figura 18. *La neteja amb una periodicitat prevista també ajuda a detectar possibles infestacions o altres problemes alhora que a determinar des de quan pot haver-se ocasionat o no.*
Font: Observatori Fabra.

CAPÍTOL 4

RESTAURACIÓ

Restaurar o no restaurar? Què i com es pot fer?

Introducció

S'ha de valorar fer una restauració només després d'una adequada valoració i assumint els riscos que comporta. En cas de dubte, sempre és preferible millorar la conservació i postergar la restauració per a quan n'estiguem segurs de la seva conveniència. Tot i així, en aquest capítol descrivim algunes petites intervencions que poden ser d'utilitat arribat el cas, principalment per tenir-ne un mínim coneixement previ per interactuar amb personal de restauració i ajudar a decidir entre les possibles opcions presentades.

IMPORTANT

- La restauració ha de dirigir-se al restabliment de la unitat potencial dels objectes, sempre que sigui possible, sense cometre una falsificació històrica o artística i sense fer desaparèixer les marques del pas del temps sobre l'objecte.
- Cal valorar si val la pena el risc de fer-la i ens quins passos consistirà només després d'una adequada exploració, documentació i estudi, no només de l'element a restaurar sinó també les activitats i el seu entorn previ, posterior i previsible. En cas de dubte, millor abstenir-se'n llevat dels casos d'imperiosa i evident necessitat i urgència segons tots els especialistes consultats per unanimitat.
- Sempre és preferible que sigui realitzada per professionals qualificats i amb experiència sobre elements molts similars als que s'han de tractar. Però, si això no és possible, hi ha algunes petites tècniques i consells que descrivim a continuació, amb l'advertència que si s'arriben a executar sempre ha de ser amb molta cura i després d'haver confirmat que es domina l'execució de la tècnica després de nombroses proves controlades abans d'arriscar-se a fer-ho sobre el patrimoni (els sismogrames i material complementari).

Planificació prèvia a la restauració

Sempre s'ha d'estudiar i documentar amb especial cura tots els detalls abans de considerar qualsevol restauració. A més de l'exploració i estudi descrit al capítol 1, cal documentar en detall:

- **Els arguments** que justifiquen la necessitat i urgència de la restauració (cal que siguin factors que no es puguin assolir o millorar per canvis en la conservació).
- Qualsevol **coneixement rellevant sobre el tipus i la causa del deteriorament de l'element** a tractar.
- El **tipus i grau de riscos i la reversibilitat del tractament plantejat**, així com si pot afectar als elements annexos.
- **La compatibilitat entre els diferents elements presents.**
- Tots **els detalls de l'element a tractar**, incloent fotografies i comentaris generals i particulars del seu aspecte previ, marques, elements annexos, problemàtiques o patologies a solucionar i d'altres que no es busquen solucionar, etc.
- **El lloc**, instal·lacions i equip responsable de l'estudi previ i posteriorment el de l'execució de la restauració plantejada (poden ser diferents i més d'un en cada cas).



Figura 19. *Tot i que desaconsellem fortament que es realitzi qualsevol restauració per no professionals, el manual inclou aquest capítol per donar al lector una mica d'informació i terminologia per ser capaç d'explorar i considerar possibles projectes de restauració.*

Documentació de control

Comprèn la documentació que s'ha de realitzar pel responsable de l'execució de la restauració ***ABANS*** d'iniciar qualsevol actuació. La identificació prèvia ha de contenir una descripció detallada i l'estat de conservació del patrimoni en el moment de l'inici de l'estudi, així com documentació fotogràfica suficient per mostrar-ho gràficament.

Hauria d'incloure els següents camps com a mínim:

- ✓ **Conservador responsable:** les dades de contacte necessàries per qualsevol consulta passada, present o futura.
- ✓ **Restaurador responsable:** les dades contacte necessàries per qualsevol consulta passada, present o futura.
- ✓ **Codi de registre:** codi o número identificatiu unívoc.
- ✓ **Identificació:** descripció del tipus d'element (banda fotogràfica, document manuscrit, etc.).
- ✓ **Data d'ingrés:** data en que la restauració, si és que n'hi ha, podria començar.
- ✓ **Origen:** localització i entorn del seu origen (estació, instrument, època, etc.).
- ✓ **Dimensions:** geometria i mides descriptives (per exemple: rectangular amb alçada 10cm, ample 15cm i profunditat 0.1cm).
- ✓ **Tipus de suport:** paper setinat, paper químic, cartró, etc.
- ✓ **Tècnica d'inscripció:** tinta, fotogràfica, fumat, etc.
- ✓ **Anotacions i marques:** tipus i descripció, una a una, indicant si es van fer mitjançant llapis, bolígraf, rascades, etc.
- ✓ **Observacions:** qualsevol element o comentari addicional que es consideri d'interès.

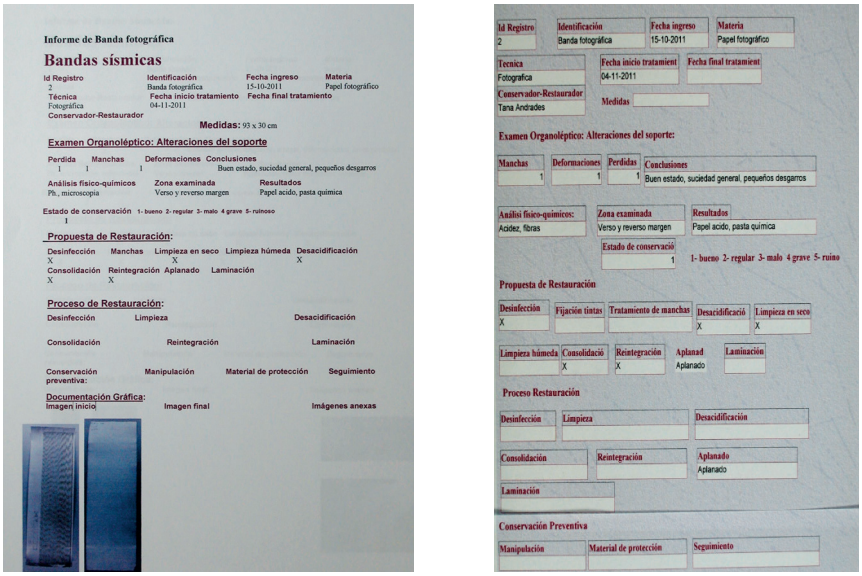


Figura 20. *Exemple de documentació de control prèvia a la restauració d'un sismograma de l'Observatori Fabra per considerar si fer-la o no a les instal·lacions del CRAI (veure referència [8]). Font: T. Andrades.*

Avaluació detallada de l'estat de conservació i de la composició

Abans d'actuar, l'estat de conservació diagnosticat prèviament s'ha de confirmar i quantificar en base a l'anàlisi visual i proves químiques específiques.

A l'anàlisi visual és important estimar si l'origen de les patologies sembla provenir de les següents causes:

- **Deteriorament físic:** rascades, pèrdua de suport, estrips, deteriorament per problemes d'emmagatzematge, etc.
- **Deteriorament químic:** acidesa, oxidació, afectació per contacte d'altres elements, etc.
- **Deteriorament biològic:** fongs, infestació d'insectes, atac o restes d'altres animals, etc.

Respecte a les possibles proves químiques, és important destacar que s'han de realitzar unes o altres en funció del tractament a sospesar, evitant en la mesura del possible l'extracció de mostres. Si fos imprescindible fer-ne, haurien de ser en tot cas de la menor mida possible i d'una zona oculta i discreta sense registre útil. S'ha de ser plenament conscient de que un resultat negatiu de la prova només és orientatiu perquè no assegura que sigui també negatiu a la resta de l'element.

Les proves químiques més comunes son:

- **Solubilitat de tintes.** Abans de realitzar qualsevol tractament amb aigua o qualsevol altre dissolvent, s'ha comprovar que es pot aplicar sense riscos.

- **Solubilitat dels elements adherits que han de ser separats.** Necessari per determinar el dissolvent adequat per separar els adhesius, cintes autoadhesives, taques de greix i altres elements similars que poden provocar deformacions i patologies en cas contrari. Aquests tests s'han de fer servir de forma local.

- **Mesura de pH.** Considerarem l'element com a excessivament àcid quan tingui valors per sota de 6 i alcalí per sobre de 8,5. Idealment el pH hauria d'estar entre 7 i 8. Hi ha dos sistemes bàsics de mesura del grau d'acidesa o alcalinitat: el colorimètric i el potenciomètric. En qualsevol cas, cal seguir les instruccions del fabricant.

- **Anàlisi de fibres.** Per saber la composició del substrat és important determinar la presència de lignines i/o fibres papereres. Les proves més habituals que es realitzen per la seva detecció (veure referència [9]) són les que segueixen:

  - **Lignines.** Una gota del reactiu del fluoroglucinol es torna vermell púrpura a partir de composicions de 5% o més, sent la intensitat del color un indicatiu del %.
  - **Fibres papereres.** Es poden identificar les principals fibres i pastes químiques depenent dels colors resultants amb els reactius Herzberg en general i els Lofton-Merrit per a fibres lignificades. El colorant de Herzberg és molt útil per determinar les pastes mecàniques, químiques i de procedència de fibres cel·lulòsiques naturals i pasta de draps. El colorant de Lofton-Merrit en canvi només tenyeix les pastes lignificades canviant la intensitat amb el % de lignina present.

Solubilitat de tintes	Elements adhesius, taques	Mesura de pH
• Aplicar una gota a la tinta o l'element annexat i immediatament assecar amb paper absorbent (paper secant o de filtre) de forma que si queda tacat mostrarà que és soluble. • Aplicar una turunda o bastonet de cotó humit amb només una mica de dissolvent i fer-ho rodar sense fregar per comprovar si queda taca.	• Aplicar una mínima gota de dissolvent i vigilar el seu comportament i efecte tant en l'element a retirar com en el suport de l'element d'interès estirant lleugerament amb pinces, separant-ho lentament amb escalpel o utilitzant una espàtula per estimar si és o no prou tou. • Aplicar calor localment per comprovar si és possible la separació de l'adhesió.	• Colorímetre: basat en indicadors químics que canvien de color segons el pH, normalment en bandes que s'impregnen o en forma de marcadors (s'han d'evitar els que poden produir taques permanents). • Potenciòmetre: instrument amb dos elèctrodes per mesurar la conductivitat elèctrica de la mostra per derivar-ne el valor de pH.

Taula III. *Indicacions bàsiques i consells per l'aplicació dels tests més habituals.*

Colorant de Herzberg	
Tipus de fibres	**Coloració**
Fibra lignificada	Groc
Pasta química poc deslignificada	Marró groguenc
Pastes semiquímiques	Verd a gris groguenc
Pastes de draps (cotó, lli, cànem)	Vermell vi
Pastes de baix contingut de lignina (quimic procedent de fustes, de palla de cereals,...)	Gris blavós a blau violaci
Pastes de fibres artificials (rayon, viscosa, ...)	Incolor o groc tènue

Taula IV. *Resultats més habituals de tests amb Colorant de Herzberg's.*

Colorant de Lofton-Merrit	
Tipus de fibres	**Coloració**
Pastes mecàniques i termomecàniques	Blau intens
Pastes semi-químiques	Violeta fosc
Pastes químiques crues al sulfat	Blau-verd a blau pàl·lid
Pastes crues al sulfit	Violeta púrpura
Pastes químiques blanquejades i de draps	Incolores

Taula V. *Resultats més habituals de tests amb Colorant de Lofton-Merrit.*

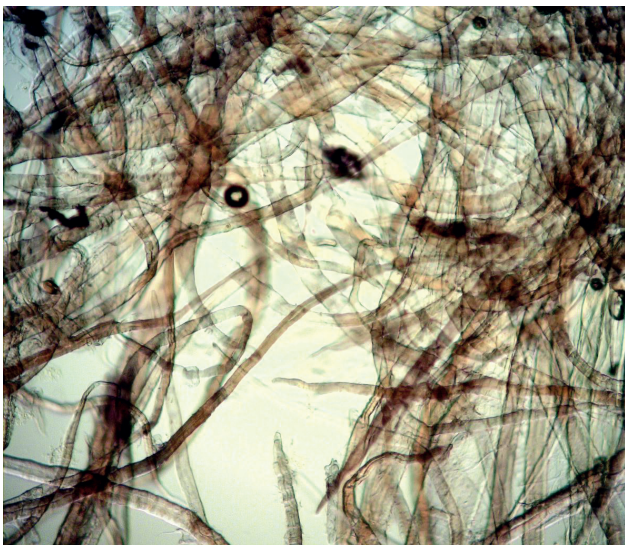
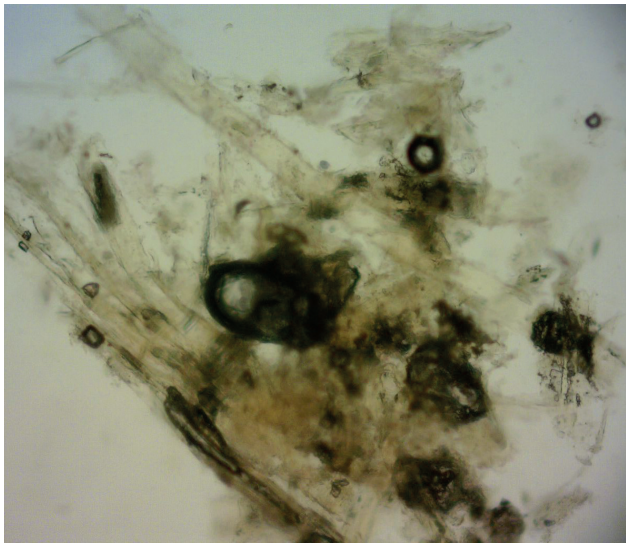


Figura 21. *Pasta de draps. (Colorant Herzberg). Font: T. Andrades.*

Figura 22. *Fibra lignificada. (Colorant Herzberg). Font: T. Andrades.*



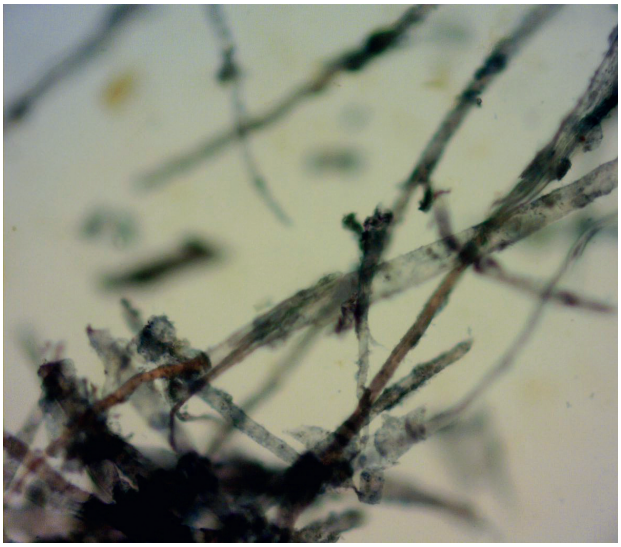


Figura 23. *Pasta semiquimica. (Lofton-Merrit). Font: T. Andrades.*

Processos de Restauració simplificats

Els processos de restauració són essencialment manuals, tot i que alguns es poden mecanitzar amb eines específiques per facilitar l'aplicació a un gran volum de casos. És molt important que en la mesura del possible la intervenció es faci per personal qualificat. Només quan no sigui possible i hagi una necessitat i urgència que ho justifiqui, s'hauria d'intentar per altres persones autoritzades que hagin fet prou proves exitoses de forma demostrable.

✓ **Neteja de la brutícia superficial dipositada.** Es considera necessària abans de qualsevol altre procés de restauració i quan la brutícia pugui provocar la inestabilitat física o química del material o la dificultat de complir la seva funció designada. Sempre s'ha de tenir en compte i evitar afectar als elements no originals que s'han anat afegint de forma intencional com anotacions manuscrites, marques amb tampons, etc. Els mecanismes més habituals són:

- **Neteja superficial mecànica,** amb pinzells de pèl fi més o menys gruixuts combinats amb taules amb aspiració o aspiradors domèstics en el mode més suau possible (els de potència regulable amb diferents boqueres serien els més convenients).
- **Neteja amb instrumental per eliminar adhesions** (de detritus d'insectes, coles, fang, etc.). Habitualment es fan servir puntes de bisturí, espàtules, gomes d'esborrar per tinta o gomes fins i tot més dures. Aquests processos impliquen molt més perill d'afectar al suport amb pèrdues o erosions, així que cal estar-ne ben segur d'estar fent servir l'instrumental adequat en cada cas i que es domina la tècnica a aplicar.
- **Neteja humida,** si el suport ho permet, passant suaument sense fregar les turundes o bastonets de cotó humits en aigua o altres dissolvents. Abans d'aplicar aquestes tècniques s'ha d'eliminar el possible excés d'humitat amb un paper secant perquè no penetri cap brutícia cap a l'interior del substrat.

✓ **Eliminació d'elements adherits i taques.**

- **Les cintes adhesives antigues amb base de cautxú es poden eliminar fàcilment de forma mecànica amb espàtules calentes o l'aplicació de calor,** sempre sense contacte directe per evitar que l'adhesiu pugui penetrar cap a l'interior del suport. En cada cas cal assegurar-se d'utilitzar l'instrument apropiat per separar l'adhesió minimitzant altres riscos.
- **Les cintes adhesives lleugerament envellides es poden extreure aplicant dissolvents per impregnació com xylè, toluè, etc.** Les més antigues sovint surten amb dissolvents amb acetona, tetrahidrofurà, etc. En cas de resistència, es poden provar diverses barreges de dissolvents (veure referència [10]).
- **Cal procedir prou lentament en aplicar el dissolvent escollit o calor local** per observar amb cura, amb els instruments adequats, el comportament i efecte tant a l'element a extreure com al suport de l'element d'interès. S'ha d'estimar si és o no prou tou abans de continuar (o no) actuant-hi amb el procès de separació. Els tests anteriors haurien d'ajudar a determinar les quantitats i velocitats adequades del procès.
- **Les possibles taques romanents s'han d'avaluar i tractar després de retirar completament l'element adherit.** En alguns casos el procés de separació genera o pot canviar les taques a tractar.

- ✓ **Rentat per immersió.** Rentat aquos que afavoreix l'eliminació per dissolució i extracció dels productes de degradació causants de l'acidificació i engroguiment del suport. L'oxidació i les taques de microorganismes no desapareixen però sí algunes taques solubles o adhesius i afegits d'antigues reparacions. Abans de considerar-ho s'han de tenir en compte les anotacions manuscrites, tintes, i altres elements. També pot produir-se una pèrdua de la lluentor del suport en el cas dels papers setinats. Per poder realitzar el procés es necessiten els següents materials:
  - **Làmines que permetin la circulació de l'aigua, de majors dimensions que l'original,** que permetin una manipulació més fàcil i segura de l'original durant les diferents fases del rentat. Actualment es fan servir diferents materials de fibres sintètiques no teixides que no son adherents, no es deformen, resisteixen a la calor i a molts dissolvents. Les més comunes es comercialitzen amb les següents denominacions: Remay@ (polièster), Hollytex@ (polièster més llis), Celex@ (nylon) i Kiara@ (polièster i polipropilè). A l'última secció d'aquest manual *Recursos i Referències* s'inclouen alguns exemples de proveïdors d'aquests materials.
  - **Recipient de rentat pla i a ser possible amb desguàs per evitar manipulacions addicionals.** En cubetes també es pot fer amb les degudes precaucions.

- ✓ **Rentat per flotació.** Més recomanable que l'anterior quan el suport presenta fragilitat i no és recomanable massa manipulació. És molt semblant, però ara el nivell de l'aigua és molt petit i a sobre del teixit es posa l'element a rentar de forma que per capil·laritat es van dissolent els elements degradants sense manipular-los.

- ✓ **Rentat amb papers secants, gels aquosos o sobre feltre.** Molt semblants al rentat per flotació, però ara els originals es situen sobre aquests materials humitejats prou temps perquè es dissolguin els elements degradants per capil·laritat. És un procés més lent però més adequat per materials molt delicats que no permetin una humectació superior excessiva.

- ✓ **Assecat.** El procediment d'assecat més recomanable és a l'aire, sobre una superfície plana i ventilada sense corrents, que permeti un assecat uniforme i progressiu. No es recomana els assecats en premses perquè es poden modificar les dimensions, deixar marques de les fibres dels suports, pèrdua de lluïssor i un assecat no uniforme que produeix deformacions i tensions addicionals.

- ✓ **Estabilització.** És la desacceleració de les reaccions químiques que causen deteriorament per les condicions ambientals. El control de la humitat i la temperatura sol ser el més freqüent i efectiu, preferint l'emmagatzematge en entorns lleugerament més freds dels anteriorment recomanats. Existeixen també altres tractaments per estabilitzar químicament algunes reaccions concretes, com per exemple en el cas del paper el rentat aquós per dissoldre els components àcids solubles i els productes àcids formats per l'absorció de contaminants.

- ✓ **Desacidificació.** És la neutralització de les partícules àcides introduint compostos alcalins a les fibres, que actuen com a reserva per la neutralització dels àcids que poden generar-se amb el temps a causa de l'envelliment del paper. Poden ser:
  - **Tractaments aquosos.** El més comú és la dissolució d'hidròxid de calci (cal morta o cal apagada) que crea una reserva alcalina al assecar-se per l'acció de l'hidròxid amb el CO_2 de l'aire.
  - **Tractaments no aquosos.** Recomanats pels materials sensibles a l'aigua o els no estables pel seu alt grau de deteriorament. S'apliquen per nebulització o amb pinzells. Els components existents al mercat solen ser tòxics, de forma que s'han de manipular amb els mitjans adequats indicats pel fabricant i preferiblement només per professionals.



Figura 24. *Exemples de procediments de restauració. Cada element requereix atenció individual.*
Font: T. Andrades.

✓ **Consolidació.** Consisteix en dotar al suport d'una resistència mecànica que faciliti la seva manipulació amb el reforçament i cohesió de les fibres. Habitualment amb un adhesiu que el fa més resistent i permet l'escriptura amb tinta sense que penetri a l'interior de les fibres del substrat original. Alguns d'aquests adhesius per la seva composició han resultat a la llarga perjudicials per a la conservació ja que poden contenir elements que perjudiquen i desestabilitzen (com els midons en condicions no òptimes) o que els fan susceptibles d'atacs biològics i oxidacions. Cal mencionar que durant els processos de rentat aquestes capes addicionals poden desaparèixer per la dissolució dels seus components. Els adhesius més comuns són:

- Midons. Ofereixen gran estabilitat i la majoria dels papers antics es van tractar així.
- Gelatines. Compostos per la cocció de restes de pergamins o restes de pells d'animals. Donen bons resultats per la seva penetrabilitat a la vegada que en alguns casos aporten alcalinitat (gelatina de pergamins). Poc recomanables, doncs resulten molt rígides i perjudicials.
- Cel·luloses modificades. Son molt estables, tant les dissoltes en aigua com en alcohol.

Per la seva aplicació sempre farem servir un suport tipus Remay@ o similar. Pot fer-se de les següents formes:

- **Amb pinzells, aplicant per les dues cares.** Per evitar dilatacions o que el substrat es doblegui en assecar-se s'ha d'aplicar des del centre cap als extrems.
- **Per immersió,** introduint-ho amb el suport per actuar un temps determinat (normalment de 20 a 30 minuts) i després deixant-ho assecar a l'aire.
- **Per nebulització.** Especialment aconsellable quan l'estat del substrat no permeti cap de les opcions anteriors.

✓ **Reparació de trencaments o estrips.** Les reparacions amb materials autoadhesius especialitzats son solucions ràpides i eventuals que en molts casos permeten la conservació de trossos o fragments i eviten que els danys augmentin, però a la llarga poden ser perjudicials per ser adhesius poc estables.

- **A estrips amb pestanya** s'aplica un adhesiu neutre (metilcel·lulosa o midó) a les fibres dels dos costats del trencament unint-los i encaixant-los bé, es protegeix amb un teixit sintètic tipus Remay@ per les dues cares i s'asseca per pressió local entre materials secants o amb espàtula calenta. En el cas que les fibres siguin escasses, es reforça el tall amb un paper tissú japonès.
- **A estrips de talls nets** cal sempre un reforç per a la seva reparació, aplicant l'adhesiu i la tira de paper tissú japonès desfibrat. Per a una major consolidació es pot valorar la conveniència de fer la reparació per les dues cares de l'original.

✓ **Reintegració de pèrdues del suport.** És l'aplicació d'un suport nou addicional als llocs a on s'ha produït la pèrdua. Els criteris per a aquesta intervenció seran els mateixos que per totes les restauracions: mínima intervenció, elements neutres, diferenciació amb l'original i tanta reversibilitat com sigui possible de tots els materials i adhesius emprats. Pot ser:

- **Reintegració manual.** Consisteix en l'adhesió d'un substrat nou de la mateixa forma i mida de la zona perduda procurant la menor invasió possible de l'original de forma que les fibres que permetin l'adhesió no tapin l'original més de l'imprescindible i per la zona a on menys afecti al seu possible ús o interès. L'adhesió es realitza de forma similar a les reparacions descrites anteriorment, però ara l'adhesiu s'aplica només al material a afegir a les zones de contacte, pentinant-les amb cura perquè tinguin una major zona i contacte d'adherència.

- **Reintegració mecànica.** La base es la desfibració de fibres de paper japonès en aigua amb adhesiu. La tècnica manual, recomanable per petites pèrdues o forats, es realitza a una taula de succió a on es col·loca l'original amb una base de Remay@ i es van depositant gota a gota les fibres en aigua amb l'adhesiu fins obtenir l'espessor desitjat que formarà un nou paper. Es finalitza aplicant un adhesiu al conjunt reintegrat. Per zones de majors dimensions son més efectives les màquines reintegradores de paper com les inventades per Esther Alkalay a l'inici dels anys 60 (veure referència [11]). Amb un funcionament similar al procés de fabricació del paper, fan passar les fibres de paper en suspensió en aigua per l'original de forma que per simple gravetat es van depositant a les zones amb pèrdues formant-hi nou paper. Aquestes màquines han evolucionat i millorat fins que ara fan el procés de forma molt ràpida i eficaç fins i tot quan les zones a reintegrar son molt grans. Per finalitzar la reintegració mecànica s'aplica un adhesiu a la zona reintegrada per aconseguir una major consistència i es realitza l'assecat a l'aire o per premsa.
- **Laminació.** És l'adhesió d'un paper de reforç, normalment un tissú japonès, amb un adhesiu similar als anteriors. Es fa servir només en casos molt extrems quan el suport està molt debilitat i no és possible la seva manipulació per realitzar cap de les opcions anteriors, com per exemple en casos de molta fragilitat per acidesa, debilitat extrema per microorganismes, etc. És una modificació molt invasiva del suport original i s'ha de realitzar preferentment a la cara amb menys escriptura o informació ja que el tissú modifica la visibilitat de la informació.

CAPÍTOL 5

ÚS I VISIBILITAT

Com fer-ne ús evitant produir danys i riscos de pèrdues.

Introducció

El que no es veu ni es fa servir es devalua fàcilment. Maximitzar el correcte ús del patrimoni és fonamental per a la seva pròpia conservació a la llarga. En molts casos el reconeixement i valor que se li assigna depèn més del desitjable de la visibilitat que se li aconsegueix atorgar. Sense això, sol ser significativament més difícil aconseguir recursos per a la seva correcta conservació. Els objectius d'un correcte ús, manipulació i exposició són determinar el veritable estat de conservació, identificar els potencials riscos i garantir-ne el seu manteniment o millora de forma compatible.

IMPORTANT

- Una correcta manipulació o exposició pot afavorir la conservació en el temps dels fons en augmentar el seu ús i visibilitat i, en conseqüència, el seu valor percebut i la possibilitat d'aconseguir els necessaris recursos per a mantenir o millorar la seva conservació.
- La inadequada temperatura, humitat o radiació lumínica pot ser molt més difícil de controlar que les manipulacions i exposicions ben planificades si es desenvolupa una política de restricció d'ús segons el tipus d'usuari i objectiu i els riscos associats.

Documentació complerta i actualitzada

És important tenir ben documentat el patrimoni, a més de fer un seguiment explícit i també ben documentat de les activitats en les que es fa servir o s'exposa. No només per poder accedir a oportunitats d'obtenció de futurs recursos, sinó que també per poder avaluar si la seva conservació i manipulació és l'adient o si cal fer alguna intervenció puntual o actualitzar algun protocol al respecte.

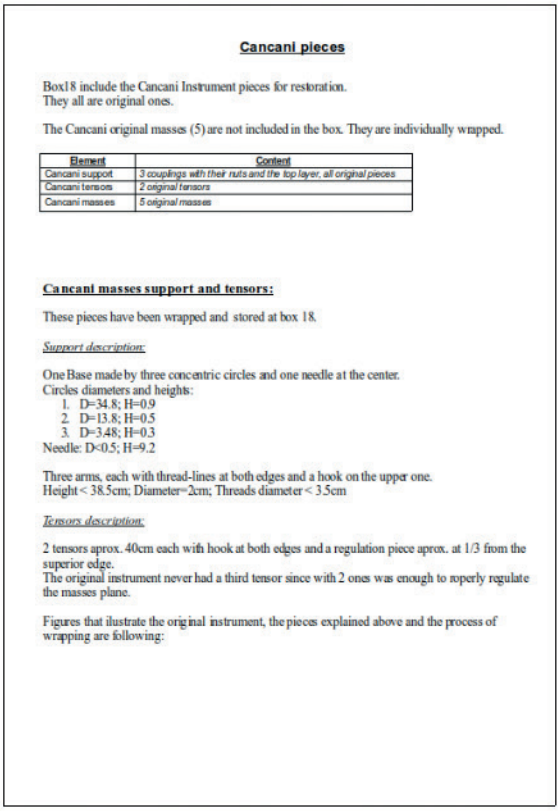
Alguns dels moments més perillosos son els canvis sobtats de personal, departament o institució a càrrec del patrimoni. Una bona documentació prèvia del patrimoni i els processos associats com les descrites als capítols anteriors faciliten molt la formació i el traspàs en general, disminuint així molt els possibles riscos.

Interessa conservar còpies digitals i impreses de la documentació alhora, a tots els espais i ordinadors del grup de treball responsable del patrimoni i dels treballs relacionats. Convé conservar també una còpia de les digitals als servidors del departament o institució de referència. I de les impreses com a part annexa al mateix arxiu a on es guarda el patrimoni analògic.

És important anar revisant i actualitzant o ampliar la documentació periòdicament i quan es produeix qualsevol canvi significatiu.

També és interessant conservar la documentació elaborada per als projectes que es van posposar o desestimar per determinats motius, dels inventaris o catàlegs, plans de conservació o valoracions de restauració. Aquesta informació pot ser valuosa per futures iniciatives.

a



Cancani pieces

Box18 include the Cancani Instrument pieces for restoration.
They all are original ones.

The Cancani original masses (5) are not included in the box. They are individually wrapped.

Element	Content
Cancani support	3 couplings with their nuts and the top layer, all original pieces
Cancani tensors	2 original tensors
Cancani masses	5 original masses

Cancani masses support and tensors:

These pieces have been wrapped and stored at box 18.

Support description:

One Base made by three concentric circles and one needle at the center.
Circles diameters and heights:
1. D=34.8; H=0.9
2. D=13.8; H=0.5
3. D=3.48; H=0.3

Needle: D<0.5; H=9.2

Three arms, each with thread-lines at both edges and a hook on the upper one.
Height < 38.5cm; Diameter=2cm; Threads diameter < 3.5cm

Tensors description:

2 tensors aprox. 40cm each with hook at both edges and a regulation piece aprox. at 1/3 from the superior edge.
The original instrument never had a third tensor since with 2 ones was enough to roperly regulate the masses plane.

Figures that ilustrate the original instrument, the pieces explained above and the process of wrapping are following:

b



Figura 25. *Exemples de documentació útil:* **a***) inventari adaptat per controlar un trasllat; i* **b***) informe amb imatges per mostrar l'estat previ i els materials preparats pel trasllat. Font: Observatori Fabra.*

Visibilitat

S'ha de donar visibilitat tant al patrimoni en sí mateix com a cadascun dels treballs relacionats o als que aporta significativament.

La visibilitat s'ha d'aconseguir a diferents nivells alhora:

- Entre el personal dins de la mateixa institució per millorar la competència pels recursos i la continuïtat enfront les possibles substitucions o reassignacions de responsabilitats al seu respecte.
- Amb les institucions directament relacionades per facilitar possibles sinergies o actuacions conjuntes futures.
- Amb la comunitat professional directament relacionada amb patrimoni similar o amb els possibles usos que se li poden donar.
- Amb el públic general fent diverses adaptacions que tinguin en compte els seus diversos interessos i coneixements previs al respecte.

Les peces documentals d'una plana es poden exposar més adientment en vitrina o fent servir cobertures transparents de Remay® amb una base de Melinex® que permeti la ventilació evitant els fongs i brutícia.

És aconsellable anar canviant periòdicament les peces escollides per a l'exposició i actualitzar el seu estat de conservació i les incidències detectades en cada canvi. Sempre segons els estàndards d'humitat, temperatura, control de llum, accessibilitat i vigilància.

Les contribucions a congressos, publicacions diverses o traduccions parcials dels informes ajuden a mantenir una mínima informació en un llenguatge destinat a ser difós fora del grup de treball habitualment ja relacionat.

Les imatges digitals i altres digitalitzacions del patrimoni faciliten la seva visibilitat i difusió per a múltiples usos i actuacions alhora que minimitzen les manipulacions més directes a les imprescindibles.

Per a poder aconseguir un seguiment una mica millor dels treballs a on es fan servir es pot valorar una política diferenciada de compartició dels productes digitals segons la seva densitat, detall i resolució, etc.

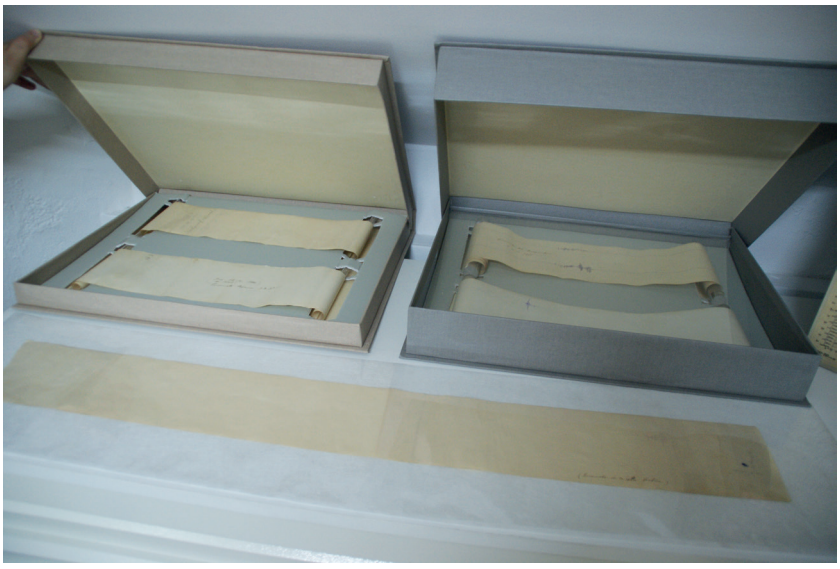


Figura 26.
Sismogrames especials mereixen contenidors especials de cartró pH neutre per facilitar la seva adequada conservació amb una fàcil visualització. Font: Observatori Fabra.

Usos preferents

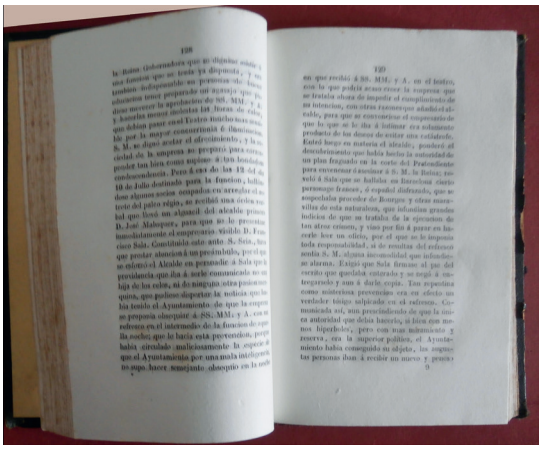
Hi ha molts usos possibles per al patrimoni sísmic analògic. Promoure el seu ús de forma responsable és essencial no només per augmentar el seu valor històric i científic, sinó també per a assegurar la seva preservació.

L'última secció d'aquest manual inclou referències a recursos que inclouen molts exemples de naturalesa i finalitat molt diverses. Alguns dels més comuns podrien ser:

- ✓ Divulgació per exposició directa (tant exposicions ocasionals com perllongades d'originals).
- ✓ Elaboració de reproduccions (escaneig de baixa resolució, reproduccions parcials, etc.).
- ✓ Escaneig d'alta resolució per obtenir còpies digitals.
- ✓ Digitalització de sismogrames o OCR de documentació addicional amb finalitats d'anàlisi.
- ✓ Recopilació de dades per a catàlegs externs (xarxa regional, ISC, etc.).
- ✓ Estudis històrics de fenòmens concrets (sismes històrics, explosions artificials, etc.).
- ✓ Estudis de microsismicitat.
- ✓ Estudis de sismicitat antropogènica.
- ✓ Estudis sobre estacions sísmiques i/o instrumentació.
- ✓ Revisions addicionals detallades de peces concretes per a finalitats específiques.

Qualsevol revisió global o detallada, exposició o qualsevol altre tipus d'ús del patrimoni sísmic analògic implica un cert nivell de manipulació que requereix una avaluació prèvia del risc i una preparació adequada.

a



b

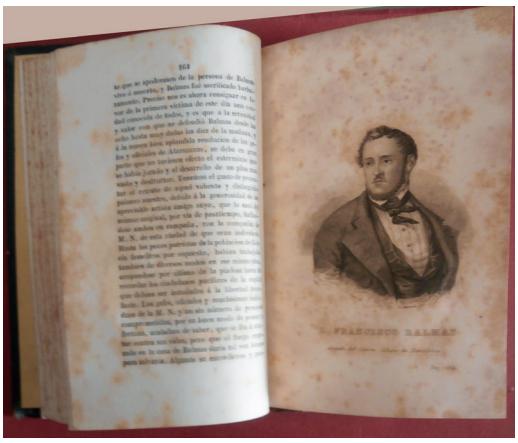


Figura 27. *Els llibres que es mostren oberts acceleren la seva degradació a les pàgines exposades a no ser que es considerin mesures de protecció adients:*
a) *una pàgina qualsevol;*
b) *una pàgina exposada durant algun temps (molt més degradada).*
Font: T. Andrades.

Cal tenir sempre en compte els aspectes següents:

- Les peces originals de patrimoni son fràgils i s'han de tractar amb molta cura. Quan s'han de fer servir, s'ha de planificar per avançat fortes mesures de preservació considerant que son peces irreemplaçables. Cal assegurar-se de preparar i aplicar protocols clars que especifiquin qui, com, quan i perquè es permet o no fer-ne ús.

- Cal tenir en compte que la destrucció deliberada és sempre un risc imminent i possible. La majoria de les institucions pateixen grans pressions per justificar els costos que es dediquen a mantenir el patrimoni dins dels seus limitats recursos. Per tant, intentar evitar qualsevol ús sovint no és una recomanació aconsellable ni tan sols viable. La solució a llarg termini per evitar la destrucció deliberada és una correcta preservació amb plans i polítiques ben preparats i documentats per al seu ús i visibilitat.

- Mai s'ha de destruir ni posar en perill dades ni documentació originals, ja que son insubstituïbles. Mantenir els registres originals és una regla bàsica i estricta que mai s'ha de veure com un acaparament. Fins i tot quan ja estiguin "completament" processats, escanejats o copiats d'alguna manera, els registres originals s'han de preservar i donar-li ús i visibilitat per evitar el risc de pèrdues irreemplaçables.
  - Els registres analògics proporcionen informació inestimable per a ser explorada i explotada amb el coneixement present i futur. Però s'han de conservar i ser fàcils de convertir a altres formats una vegada i una altra, qui sap quantes vegades perquè el soroll per una generació pot convertir-se en el senyal d'interès d'una altre.
  - Cada intervenció o tractament de dades té o tindrà en un futur un % d'errors o pèrdues no menyspreables. Fins i tot el procés més verificat pot tenir-ne o probablement en tindrà.
  - Els formats evolucionen molt ràpidament i aviat pot ser difícil assegurar-ne la recuperació a causa dels canvis de tecnologies (p. ex.: disquets, zip o bandes magnètiques), estàndards (p. ex.: formats registrats originals vs. mseed, etc.) o la durabilitat esperada. (p. ex.: microfilms, CD, DVD). A més de ser més segur, sovint també és encara més fàcil i fins i tot més econòmic a llarg termini conservar els registres analògics originals que les seves còpies digitalitzades i/o processades.

- El desordre o disgregació del patrimoni és un gran risc en gairebé totes les intervencions. S'ha d'evitar en la mesura del possible llevat que hi hagi motius molt justificats per a un canvi parcial en poc temps, ben documentat i amb una prèvia comprovació detallada i una altra planificada per quan finalitzi la intervenció.

- S'ha de minimitzar el transport. Són ocasions crucials en què es produeixen sovint danys (tant accidentals com per manipulació inadequada). Els desordres i els danys són molt difícils d'evitar, provocant fàcilment fins i tot pèrdues parcials. Les intervencions han de ser preferentment locals, sempre que sigui possible, per ajudar a minimitzar aquests riscos.

- L'escaneig és un procés molt costós i perillós. Malauradament, no tots els projectes d'escaneig actuals permetran en el futur digitalitzar prou correctament les dades d'aquestes imatges ara escanejades. És important explorar no només els costos i els objectius actuals, sinó també les possibles limitacions futures de cada possible opció d'escaneig, els estàndards actuals i altres iniciatives anteriors amb els seus propis resultats i limitacions.

- Els estàndards faciliten molt la interoperabilitat i els usos creuats de les dades produïdes. Qualsevol intervenció hauria d'intentar implicar i produir tantes metadades FAIR com sigui possible per facilitar i, per tant, augmentar-ne l'ús present i futur. Així s'augmenta tant el present com el futur potencial del patrimoni i la seva documentació accessòria.

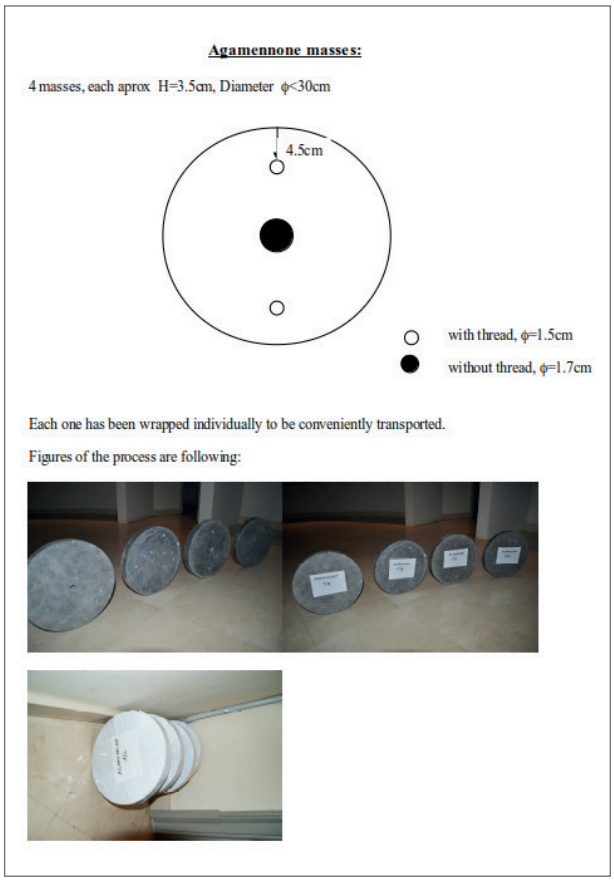








Figura 28. *En cas de transport i exposició s'ha de fer servir capes addicionals de protecció. Cal tenir en compte i prevenir adequadament els canvis sobtats d'humitat, temperatura i posició. S'ha de preparar un inventari exhaustiu per cada peça de patrimoni amb fotografies de la seva situació inicial, preparada per ser traslladada, exposada i un cop retornada a la seva posició permanent. La documentació de qualsevol alteració (o que s'ha realitzat una revisió exhaustiva sense detectar cap canvi) s'ha de conservar juntament amb la resta de la documentació relativa a la peça de patrimoni.*
Font: Observatori Fabra.

➢ Intenta ampliar àrees d'interès del teu patrimoni sísmic.

✓ L'ús i visibilitat científica del patrimoni sísmic analògic no es redueixen necessàriament als terratrèmols i els seus perills relacionats. Els registres i la documentació analògica sísmica poden ser molt útils per a molts altres estudis geofísics de l'escorça terrestre, l'estructura interna profunda, l'estructura local del terreny, la cartografia de falles, estudis volcànics, esllavissades, etc. A més, també són molt importants per a altres camps com ara la vigilància d'explosions i altres estructures artificials, l'estudi de glaceres i altres fenòmens meteorològics i oceànics, etc.

✓ La importància històrica en termes més amplis no s'ha d'evitar ni infravalorar. Els bombardejos de guerra i molts altres efectes històrics locals registrats per sempre en registres sísmics analògics també mereixen atenció i reconeixement. A més, els registres analògics podrien aportar informació significativa sobre la importància històrica de les diferents tecnologies per obtenir aquests registres, els responsables dels mateixos, els seus processos i els seus resultats, etc.

➢ S'ha de tenir en compte i respectar les polítiques de reconeixement de crèdit de la vostra entitat i d'altres institucions.

- Intenteu mantenir-vos en contacte i explorar les iniciatives d'altres, tant les reeixides com les problemàtiques. De vegades aprenem més dels problemes inesperats que dels resultats esperats. No dubteu a reconèixer i mencionar aquestes lliçons apreses.
- Citeu sempre adequadament els orígens de les dades i intenteu reconèixer els esforços dels altres per mantenir-les i fer-les accessibles.
- Pressioneu per l'ús del patrimoni segons els principis FAIR, però accepteu i navegueu dins de les polítiques actuals de la vostra institució. Els canvis dràstics de vegades comporten riscos inesperats o decisions crítiques. Els canvis a llarg termini sovint necessiten temps per produir-se pacíficament.
- Intenteu participar a col·laboracions externes i pràctiques estàndard en la mesura del possible. Els esforços conjunts i la difusió del coneixement poden ser un dels recursos més útils.



Figura 29. *A l'Observatori Fabra es fa servir Melinex® i Remay® per mostrar el sismograma superior quan s'obre el calaix per permetre a les visites observar alguns originals seleccionats amb una protecció raonable.*
Font: Observatori Fabra.

RECURSOS I REFERÈNCIES

On buscar? A qui preguntar?

Aquest manual vol ser només una breu guia inicial, limitada i simple per iniciar-se amb només coneixements bàsics perquè els lectors interessats puguin accedir posteriorment a altres treballs disponibles a la literatura molt més específics i complerts de cadascun dels diferents temes aquí tractats. Les referències i recursos inclosos en aquesta secció contenen informació molt més detallada i profunda, així com llocs web amb diversos llistats i compendis molt més extensos i dinàmicament actualitzats que aquest breu manual.

Sismogrames i estacions històriques:

Hi ha tres llocs principals a on trobar informació sobre patrimoni sísmic i estacions sísmiques a Europa:

- SISMOSLAB (INGV):
  https://sismoslab.ingv.it
- ESC Working Group 02-13
  "Preservation, valorisation and analysis of seismological legacy data":
  https://www.legacy-seismograms.eu
- Legacy Seismic Data Project (LSD):
  https://legacy-seismic-data.github.io

Es pot trobar informació addicional en els butlletins conservats a la secció *Printed Station Bulletins* del *International Seismological Centre (ISC)* :

https://isc.ac.uk/printedStnBulletins

També als *Seismo Archives* a:
https://ds.iris.edu/seismo-archives

També a *Euroseismos* a:
https://storing.ingv.it/es_web/index.htm

I a *SISMOS SeismogramRequest 2.0* a:
http://seismogramrequest.rm.ingv.it

Preservació i conservació:

Es pot trobar una gran quantitat d'informació sobre preservació i conservació a:

Northeast Document Conservation Center
https://www.nedcc.org

Específicament respecte a la conservació de suports de paper:
https://www.nedcc.org/paper-conservation-at-nedcc/resources

Amb guies molt útils com per exemple:
https://www.nedcc.org/free-resources/preservation-leaflets/overview
https://www.nedcc.org/free-resources/overview

També hi ha una gran quantitat d'informació relacionada a:

Weissman Preservation Center from Harvard University:
https://preservation.library.harvard.edu/weissman-preservation-center

Amb guies específiques a:
https://preservation.library.harvard.edu/guidelines

En cas de voler explorar temes més avançats, hi ha recursos online per a conservadors i especialistes en camps relacionats compilats per la Foundation for Advacement in Conservation disponibles mitjançant:

***CoOL Conservation OnLine website*:**
https://cool.culturalheritage.org

Els autors d'aquest manual han obtingut la major part dels materials i serveis professionals especialitzats per als projectes realitzats a l'Observatori Fabra (Barcelona) de les següents empreses:

https://www.arteymemoria.com/eng/home.html
https://www.tecnihispania.com

Però es poden obtenir llistes de molts més proveidors i professionals per exemple a:
https://cool.culturalheritage.org/bytopic/suppliers

The ***Society of American Archivist*** (https://www2.archivists.org/aboutsaa) també realitza una publicació amb continguts molt interesants:

https://www2.archivists.org/american-archivist

Altres publicacions sobre aquests temes son:

Journal of the American Institute for Conservation
https://www.tandfonline.com/journals/yjac20

Heritage
https://www.mdpi.com/journal/heritage

Heritage Science
https://heritagesciencejournal.springeropen.com

Principis FAIR:

Es poden trobar referències importants sobre els **principls FAIR** a:

L. J. Hwang, T. Ahern, C. J. Ebinger, W. L. Ellsworth, G. G. Euler, E. A. Okal, P. G. Okubo, W. R. Walter (2020). Rescuing Legacy Seismic Data FAIR'ly. *Seismol. Res*. Lett., 91 (3), pp. 1339–1340. https://doi.org/10.1785/0220200027

Wilkinson, M., Dumontier, M., Aalbersberg, I.J., Appleton, G., Axton, M., Baak, A. et al. (2016). The FAIR guiding principles for scientific data management and stewardship. *Scientific Data*, 3, 160018. https://doi.org/10.1038/sdata.2016.18

P. G. Richards, M. Hellweg (2020). Challenges and Opportunities in Turning Large U.S. Archives of Analog Seismograms into a Modern Usable Resource. *Seismological Research Letters*; 91 (3), pp. 1531–1541. https://doi.org/10.1785/0220200053

Altres projectes de preservació de sismogrames:

Es pot trobar informació sobre algunes institucions que desenvolupen o han desenvolupat projectes de preservació de sismogrames de diferents procedències als següents articles:

Itàlia

Michelini, A., B. De Simoni, A. Amato, and E. Boschi (2005). Collecting, digitizing, and distributing historical seismological data, *Eos Trans. AGU*, 86 (28), pp. 261–266,
https://doi.org/10.1029/2005EO280002

Tarabusi, G. and G. Ferrari (2009). Information technology tools for the valorisation of seismology's historical documentary heritage. Annals of Geophysics, 52, pp. 739-759.
https://doi.org/10.4401/ag-4629

https://storing.ingv.it/tromos/home.htm

https://storing.ingv.it/es_web/index.htm

https://sismoslab.ingv.it/index.php

Japó

Satake K., H. Tsuruoka, S. Murotani, K. Tsumura (2020). Analog Seismogram Archives at the Earthquake Research Institute, the University of Tokyo. *Seismol. Res. Lett.*, 91 (3), pp. 1384–1393
https://doi.org/10.1785/0220190281

Furumura M., K. Iwasa, Y. Suzuki, T. Demachi, T. Ishibe, R. S. Matsu'ura (2020). Data Retrieval System of JMA Analog Seismograms in the Headquarters for Earthquake Research Promotion of the Japanese Government. *Seismol. Res. Lett.*, 91 (3), pp. 1403–1412.
https://doi.org/10.1785/0220190303

http://www.susu.adep.or.jp

Matsu'ura R. S., Norihito Umino, Yoshiaki Tamura, Yoshihisa Iio, Minoru Kasahara, Takahiro Ohkura (2020). The Achievement of Archiving Analog Seismograms in Japanese Institutes for 15 Yr. *Seismol. Res. Lett.*, 91 (3), pp. 1452–1458.
https://doi.org/10.1785/0220190301

Espanya

Archivo Nacional de Datos Geofísicos:
https://www.ign.es/web/ign/portal/archivo-datos-geofisicos

Xina

Wang J. (2020). Conservation and Utilization of Historical Seismograms from Early Stage (A.D. 1904–1948), Mainland China. *Seismol. Res. Lett.*, 91 (3), pp. 1394–1402.
https://doi.org/10.1785/0220190268

Dinamarca

Dahl Jensen T., L. Lund Jacobsen, A-S. Graulund Sølund, T. B. Larsen, P. H. Voss (2022). 100 Years of Paper Seismograms from Denmark and Greenland, 1907–2008. *Seismol. Res. Lett.*, 93 (2A), pp. 1026–1034. https://doi.org/10.1785/0220210311

Mèxic

Pérez Campos X., S. Armendáriz-Sánchez, V. H. Espíndola, M. Castro-Escamilla, J. Perez, L. M. Casiano, I. Rodriguez Rasilla, C. Cárdenas Monroy, A. Cárdenas (2020). Preservation and Reuse of Historical Seismic Data in Mexico: SISMOMex and the Online "National Seismogram Library". *Seismol. Res. Lett.*, 91 (3), pp. 1482–1487.

https://doi.org/10.1785/0220190340

http://www.sismoteca.unam.mx

Regne Unit

Henni P.H.O., J.H Lovell & K.I.G. Lawrie (2000). *UK Historical Seismograms and Bulletins Held in the NSA*, BGS, Edinburgh, 178pp.

Musson, R.M.W. (2013). A history of British seismology. *Bull Earthquake Eng.*, 11, pp. 715-861

https://doi.org/10.1007/s10518-013-9444-5

http://data.bgs.ac.uk/id/dataHolding/13480110

França

Rivera L., S. Lambotte, J. Fréchet (2021). The historical seismogram collection in Strasbourg. *Comptes Rendus. Géoscience*, 353 (S1), pp. 281-299.

https://doi.org/10.5802/crgeos.90

https://comptes-rendus.academie-sciences.fr/geoscience/articles/10.5802/crgeos.90

Suïssa

Grolimund, R., & D. Fäh (2021), *Instrumental Earthquake Observation and Documentation by the Swiss Seismological Service in the Early Instrumental Period. 1912–1963. Historical Context of Data Production and Documentation of the Collection of Historical Instrumental Earthquake Data*, Report SED/HIST/R/003/20210131, ETH Zurich,

https://doi.org/10.3929/ethz-b-000465552

Estats Units d'Amèrica

Ishii M., H. Ishii, B. Bernier, E. Bulat (2014). Efforts to Recover and Digitize Analog Seismograms from Harvard-Adam Dziewoński Observatory, *Seismol. Res. Lett.*, 86 (1), pp. 255–261.

https://doi.org/10.1785/0220140165

http://www.seismology.harvard.edu/hrv.html

Altres col·leccions d'imatges digitals:

Es pot trobar informació sobre algunes col·leccions d'imatges digitals de diferents procedències als següents articles:

Itàlia

Michelini, A., B. De Simoni, A. Amato, and E. Boschi (2005). Collecting, digitizing, and distributing historical seismological data, *Eos Trans. AGU*, 86(28), pp. 261–266,
https://doi.org/10.1029/2005EO280002

https://sismoslab.ingv.it/index.php/tools/la-navigazione-nelle-fonti-digitali

http://seismogramrequest.rm.ingv.it

https://teseo.rm.ingv.it

Espanya

Batlló J., Villaseñor, A.; Jara, J.A.; Merino, M.T.; Solé, G.; Unamuno, J. (2023). Preservación digital de sismogramas analógicos y otros documentos en el Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya (ICGC), *X Asamblea Hispano-Portuguesa de Geodesia y Geofísica - Artículos*, pp. 378-386. ISBN: 978-84-416-7540-7. https://doi.org/10.7419/162.07.2023

https://www.icgc.cat/en/Mapes-i-geoinformacio/Dades-i-productes/GeoData/Databases-and-catalogues/Analog-seismograms

Japó

Furumura M., K. Iwasa, Y. Suzuki, T. Demachi, T. Ishibe, R. S. Matsu'ura (2020). Data Retrieval System of JMA Analog Seismograms in the Headquarters for Earthquake Research Promotion of the Japanese Government. *Seismol. Res. Lett.*, 91(3), pp. 1403–1412.
https://doi.org/10.1785/0220190303

Romania

Paulescu, D., Rogozea, M., Popa, M. et al. (2016). Digitized Database of Old Seismograms Recorder in Romania. *Acta Geophys*. 64, pp. 963–977. https://doi.org/10.1515/acgeo-2016-0039

Islàndia

Einarsson, P., & Jakobsson, S. (2020). The analog seismogram archives of Iceland: Scanning and preservation for future research. *Jokull*, 70, pp. 57-72.
https://doi.org/10.33799/jokull2020.70.057

Iran

Aghajani, M., Ahmadi, H., Mirzaei, N., Batlló, J. (2023). Digitizing analog seismograms of Iranian seismic stations - preserving records for strong earthquakes in Iran 1960–1990. *J. Seismol.*, 27, pp. 693–706. https://doi.org/10.1007/s10950-023-10158-4.

Referències

[1] *European Seismological Comission. Current Working Groups*. Disponible a [online] [última visita: març 2026]: http://www.esc-web.org/working-groups.html

[2] *Legacy Seismograms*. Disponible [online] [última visita: març 2026] a: https://www.legacy-seismograms.eu/

[3] *SISMOSLAB. Laboratorio avanzato di sismometria storica*. Disponible a [online] [última visita: març 2026]: https://sismoslab.ingv.it/

[4] New Manual of Seismological Observatory Practice (NMSOP-2). IASPEI, GFZ *German Research Centre for Geosciences*, Potsdam. DOI: 10.2312/GFZ.NMSOP-2. Disponible a [online] [última visita: març 2026]: https://bib.telegrafenberg.de/publizieren/bibliotheksverlag/nmsop

[5] HWANG L. J., AHERN T., EBINGER C. J., ELLSWORTH W. L., EULER G. G., OKAL E. A., OKUBO P. G., WALTER W. R., (2020). Rescuing Legacy Seismic Data FAIR'ly. *Seismological Research Letters* 91 (3): 1339–1340. Disponible a [online]: https://doi.org/10.1785/0220200027

[6] WILKINSON M., DUMONTIER M., AALBERSBERG I.J., APPLETON G., AXTON M., BAAK A. et al. (2016). The FAIR guiding principles for scientific data management and stewardship. *Scientific Data*, 3, 160018. Disponible a [online]: https://doi.org/10.1038/sdata.2016.18

[7] AHERN T., HWANG L. J. (2021). Advancing the reuse of Legacy Seismic Data FAIRly.[pòster] P*oster 053, Session 09, 37th General Assembly of the European Seismological Commission ESC2021*. Programa disponible a [online][última visita: març 2026]: https://www.erasmus.gr/microsites/1193/final-detailed-programme

[8] *CRAI Taller de restauració, Universitat de Barcelona (UB)*. Disponible a [online] [última visita: març 2026]: https://crai.ub.edu/coneix-el-crai/direccio-unitats/gestio-colleccio/taller-restauracio

[9] GARCÍA-HORTAL J. A., (1993). Constituyentes fibrosos de pastas y papeles : morfología, análisis microscópico. Terrassa: *Departamento Ingeniería Téxtil i Papelera Especialidad Papelera y Gráfica.* ISBN 8460086585.

[10] SMITH M.A., JONES N. M. M., PAGE S. L., DIRDA M. P. (1984). Pressure-Sensitive Tape and Techniques for its Removal From Paper. *Journal of the American Institute for Conservation (JAIC)*. 23 (2), Article 3, pp. 101-113. Disponible a: https://doi.org/10.1179/019713684806028241 Hi ha una versió prèvia gratuita (1983) disponible a [online][última visita: març 2026]: https://cool.culturalheritage.org/coolaic/sg/bpg/annual/v02/bp02-13.html

[11] NELSON, C. W. (1973). Technical Notes. *The American Archivist*, 36 (4), pp. 573–81. JSTOR. Disponible a [online][última visita: març 2026]: http://www.jstor.org/stable/40291658


REIAL ACADÈMIA DE CIÈNCIES I ARTS DE BARCELONA
1904
SIDERA ET TERRAM SCRUTARI
OBSERVATORI FABRA