

Cola Fuerte

Fichas técnicas de los materiales empleados
en los procesos de restauración de las obras.

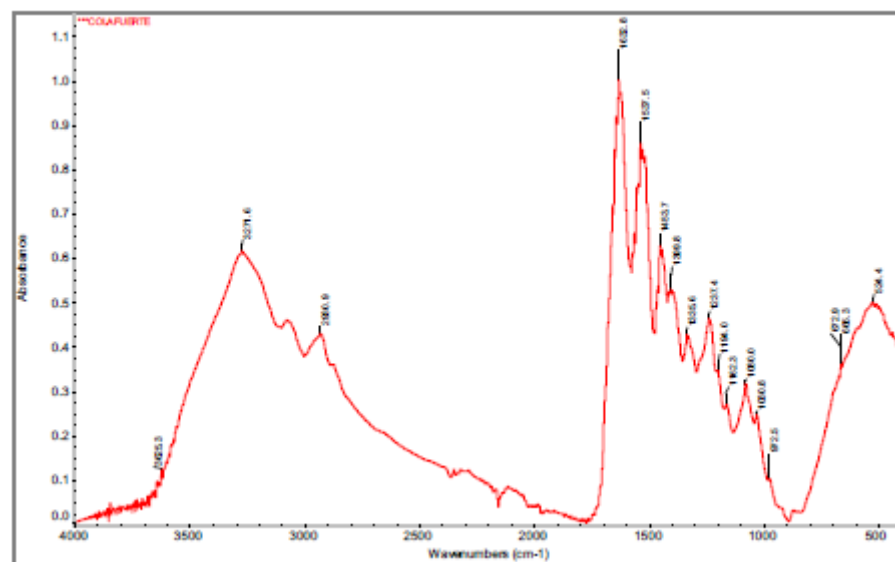
Nombre del producto	COLA FUERTE
Fabricante. Distribuidor	Kremer 63000, productos de Conservación SA, CTS
Presentación	En perlas 100 gr-1Kg.
Otras características	Cola animal de huesos y cartílagos
Usos	Adhesivo y consolidante
Observaciones	Kremer en el envase especifica el tipo de cola, el origen y la forma de presentación. En la página web amplia la descripción de las características básicas del producto y proporciona una ficha de seguridad y un certificado de análisis (1).



Caracterización del producto

Técnicas analíticas

FTIR-Thermo Scientific. Nicolet 380. ATR Smart Orbit (Diamond 3000-200cm⁻¹).



FTIR-ATR

Denominaciones

Bone glue, pearls (UK), colla d'ossa, in palline a forma di perla (IT), colle d'os, en perles (FR), knochenleim perlen (D) (1).

Cola de carpintero, cola de pencas, cola de tejadas (2), (3).

El término “cola” se utiliza genéricamente como sinónimo de adhesivo y, sobre todo, para designar

disoluciones acuosas de sustancias adhesivas (4) sin hacer referencia a su origen, modo de empleo o a su composición. Tradicionalmente, el término se ha empleado para designar las colas de origen natural (3).

Existen diferentes clases de colas naturales, aunque la composición sea similar y sólo varíen en la calidad, el número de impurezas y el peso molecular. Pueden ser gelatinas, colas de piel, colas de huesos o colas fuertes, todas formadas por colágeno pero con distintos grados de polimerización:

-Cola suave refinada (gelatine): gelatina. Se parte de materiales muy puros y mediante un proceso de extracción lento y suave se obtienen colas más claras y limpias.

-Cola suave (size): como la cola de conejo. Menos refinada. Se usa con frecuencia para la preparación de soportes y pinturas.

-Cola fuerte (glue): como la cola de huesos. Muy adhesiva y con más impurezas. Tiene utilidad, sobre todo, como adhesivo de madera (5).

Origen

Natural. Animal.

Compuesto orgánico natural hidrófilo (6) obtenido a partir de huesos y cartílagos de vaca (1).

Procesos de obtención y elaboración

Cola fuerte, en perlas (1).

Las colas naturales presentan un aspecto, composición química y propiedades físicas que dependen del origen y del tipo de tratamientos a los que hayan sido sometidas durante las fases de preparación y purificación (4).

Las colas naturales se extraen de residuos animales como pieles y cartílagos (cola de piel), o de los huesos de mamíferos (cola de huesos) y de la piel y espinas de algunos peces (cola de pescado) (4).

Las colas fuertes se extraen de despojos como pellejos, cuero, cabezas, pezuñas y huesos. Limpios de grasa y pelo y con un lavado en agua de cal y aclarado, se hacen cocer durante al menos 12 horas. Pueden llevar aditivos como la glicerina (que mejora la flexibilidad y la elasticidad tras el enfriado), silicato de sosa al 10% (para mantener la fluidez en frío) (5).

Theophilus explica la preparación de una cola:

“[...] después de que hayan sido secados cuidadosamente, coger algunos recortes del mismo pellejo (igualmente secado) y cortarlos en trozos pequeños. Entonces coger cuernos de ciervo y romperlos en fragmentos pequeños con un martillo de herrero sobre un yunque. Poner todo esto junto en una vasija nueva hasta que esté medio lleno y acabar de rellenar con agua. Cocerlo en el fuego sin dejar hervir hasta que se haya evaporado un tercio de agua. Entonces probarlo de esta manera. Mójate los dedos en el agua y si se quedan pegados cuando estén fríos, la cola es buena. Si no, sigue cociendo hasta que tus dedos se queden pegados. Verter entonces esta cola en una vasija limpia, rellenar la primera vasija de nuevo con agua y cocerlo como antes. Hacerlo cuatro veces” (5).

Según Cennini, se debía preparar en marzo y en enero, con frío, haciéndola hervir con agua clara hasta que se reducía a la mitad. Después se colaba y echaba en bandejas para dejarla secar al aire pero no al sol, cortándola en trozos después de una noche (7).

Actualmente se suministra en forma de perlas o escamas y es de mejor calidad cuanto más opaca (7).

La cola fuerte 63000 de Kremer, se obtiene del colágeno presente en la estructura de huesos y cartílagos de vaca, limpios, secos y previamente desengrasados (1).

Composición química

Colágeno parcialmente hidrolizado (proteína del tejido conectivo animal) (1).

Las colas animales son materiales químicamente bien definidos, constituidos esencialmente por sustancias proteínicas -principalmente colágeno- y por cantidades menores de otros elementos de origen orgánico e inorgánico (sales, etc.) (4).

El colágeno es una hidroxiproteína fibrosa insoluble en agua, que forma dispersiones coloidales acuosas y se transforma en gelatina en el proceso de fabricación de las colas. Se extrae de la piel, los huesos, los tendones y los cartílagos de diversos animales. Contiene elevadas proporciones de glicina, prolina e hidroxiprolina. Su estructura forma tres cadenas arrolladas en forma helicoidal mantenida por puentes de hidrógeno, que desaparecen al transformarse en gelatina, compuesta únicamente por una cadena lineal. También contienen otras proteínas y glicerina (6).

Propiedades físico-químicas

Los comercios ofrecen colas naturales bajo una amplia variedad de formas y colores, en una gama que abarca todas las tonalidades del blanco, amarillo y marrón, aunque la cola puede ser también transparente, opaca o translúcida (8).

La cola fuerte 63000 de Kremer se presenta en perlas de color marrón amarillento y tiene un ligero olor característico.

Las colas de huesos son en general ligeramente ácidas, con un rango de pH de 5.8 a 6.2. Esta en concreto, tiene un valor de pH 5.5-7.5 (12.5% disolución; 20°C) (1).

Es soluble en agua e insoluble en disolventes orgánicos y grasas (1).

Si se sumerge en agua fría durante un tiempo, la cola se ablanda y se hincha, sin llegar a disolverse, y cuando se seca recupera de nuevo sus propiedades originales. Si se calienta un poco, se disuelve completamente en agua, formando un líquido denso, almibarado y con un olor característico. Una cola disuelta dos veces no es tan fuerte como la recién preparada, ya que pierde fuerza debido a la acción del calor (8).

No deben calentarse mucho ni durante demasiado tiempo, para evitar la desnaturalización de las proteínas. Las disoluciones de cola tienden a pudrirse con facilidad y pierden poder adhesivo, por lo que es necesario utilizar biocidas que, aplicados en porcentajes muy pequeños, actúen durante largos períodos (8).

Las colas de origen animal, menos la caseína y el huevo, al secar por evaporación del agua y una vez formada la película, son solubles en agua (4), (9).

Las colas animales, a diferencia de las colas de caseína, no son resistentes al agua a menos que hayan sido tratadas con sustancias como la formalina (formaldehído en disolución acuosa) u otras que tienen la propiedad de desnaturalizar las proteínas, dando lugar a geles irreversibles (4).

Envejecimiento

El envejecimiento de las proteínas puede producirse por crecimiento de microorganismos, desnaturalización por calor, hidrólisis en medio ácido y ataque por agentes químicos como la

urea. Son sensibles a la humedad y a la contaminación ácida (6).

Las proteínas son relativamente estables frente al envejecimiento y a la oxidación, por lo que en condiciones ambientales estables y controladas su composición química experimenta pocos cambios. Sin embargo, la humedad, unida a la presencia en la atmósfera de compuestos ácidos puede causar una hidrólisis lenta de los enlaces peptídicos, reduciendo la masa molecular del biopolímero.

Por otro lado, la propia humedad favorece el crecimiento de microorganismos y bacterias. Estos agentes biológicos segregan enzimas proteolíticas que catalizan la descomposición de la proteína, y digieren los aminoácidos liberados. Las proteínas también se verán afectadas por elevadas temperaturas, provocando la modificación de su estructura e incluso su desnaturalización.

De forma general, el envejecimiento provoca en las proteínas cambios en la proporción relativa de aminoácidos, así como una modificación de la estructura y una disminución de la solubilidad (10).

Usos

Se emplea, principalmente, como adhesivo.

Entre los distintos tipos de colas existentes, las más puras (colas de pieles, gelatinas, colas de pergamino) fueron las que se emplearon históricamente como aglutinantes, mientras que las colas impuras se prestaron más a la fabricación de sustancias adhesivas. El factor discriminante era el poder cohesivo y adhesivo de la cola: este aumenta generalmente con la cantidad de impurezas (colas fuertes), mientras que los aglutinantes requieren unas propiedades mecánicas más equilibradas y, por ende, el empleo de colas más refinadas (4).

La cola fuerte fue una de las colas más empleadas en la Edad Media en trabajos de carpintería y de todo tipo de encolados. También fue empleada en la industria del cuero para guarniciones, así como en marquetería y en tallas. Mezclada con yeso se ha usado para hacer decoraciones arquitectónicas en relieve y con serrín de madera para preparar pasta de madera para rellenar huecos y faltas. No se ha empleado como aglutinante debido a su principal inconveniente, la gran fuerza de contracción que tiene al secar (3).

Empleadas sobre todo para pegar tablas, pero no para pinturas o preparaciones, porque son excesivamente fuertes, oscuras y rígidas.

Son colas menos puras y muy adhesivas (5).

Actualmente [...] se utiliza en los métodos tradicionales de encolado de madera, fijación de color, sobre todo preparada en forma de colletta italiana que es más flexible, así como en las pastas de forración de cuadros (7).

Aplicación: Remojar los granos de cola en agua fría durante 2 horas. Luego, lentamente, calentar a baño María entre 50° y 60° C. (1).

Como ejemplo para encolado de piezas de madera se recomienda engrosar cola fuerte o cola de cartílagos en agua, y luego añadir más agua mientras se calienta, hasta que la disolución se escurra de forma suelta por una cuchara de madera (11).

Almacenamiento: Almacenar el producto en un lugar seco (1).

Toxicidad

No tóxico (1).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. <http://kremer-pigmente.de/es> [sitio web]. [Consulta 19 julio 2013].
2. BRUQUETAS, R.: "El temple". En: Técnicas y materiales de la pintura española en los Siglos de Oro. 1ª edición. Madrid: Fundación de Apoyo a la Historia del Arte Hispánico, 2002. pp. 297-313, 373-392, 401-411, 471-473, 476-477.
3. KROUSTALLIS, S.K.: "Cola", "Cola animal", "Cola de carpintero", "Cola de pencas", "Cola de tejadas", "Cola fuerte". En: Diccionario de materias y técnicas (I). Madrid: Ministerio de Cultura, 2008. pp. 119-122.
4. MATTEINI, M., MOLES, A.: La química en la restauración. Los materiales del arte pictórico. 2ª edición. Donostia-San Sebastián: Editorial Nerea, 2001. pp. 101-119, 289-294.
5. VILLARQUIDE, A.: La pintura sobre tela I. Historiografía, técnicas y materiales. San Sebastián: Nerea, 2004. pp. 174-181, 363-369, 401-406.
6. GÓMEZ, M^a.L.: "Materiales filmógenos y aglomerantes: aglutinantes, barnices y adhesivos". En: La restauración. Examen científico aplicado a la conservación de obras de arte. Madrid: Ediciones Cátedra, 1998. pp. 101-103.
7. CALVO, A.: "Cola", "Cola de carpintero", "Cola de pencas", "Cola fuerte", "Colletta", "Témpera", "Temple". En: Conservación y restauración. Materiales, técnicas y procedimientos. De la A a la Z. 1ª edición. Barcelona: Ediciones del Serbal, 1997. pp. 60-62, 214-215.
8. SCICOLONE, G.C.: Restauración de la pintura contemporánea: de las técnicas de intervención tradicionales a las nuevas metodologías. Editorial Nerea, 2002. pp. 86, 117, 175-184.
9. HUERTAS, M.: "Aglutinantes. Colas". En: Materiales, procedimientos y técnicas pictóricas. Vol.1. Soportes, materiales y útiles empleados en la pintura de caballete. Madrid: Ediciones Akal, 2010. pp. 189-193.
10. PERIS, J.: Estudio analítico de materiales empleados en barnices, aglutinantes y consolidantes en obras de arte mediante métodos cromatográficos y espectrométricos. Tesis doctoral. España: Universidad de Valencia, 2008. pp. 16-24, 93-96, 121-134, 168-188. Disponible en: <http://www.tesisymonografias.net/Juan-Peris-Vicente/1/pdf> [sitio web]. [Consulta 15 mayo 2012].
11. <http://www.agaragar.net/> [sitio web]. [Consulta 19 agosto 2013].

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS DE COLA FUERTE

1. DE WOLF, F.A.: "Collagen and gelatin". En: Progress in Biotechnology. Elsevier Science B.V. 2003, vol. 23. pp. 133-218.
2. SCHELLMANN, N.C.: "Animal glue: A review of their key properties relevant to conservation". En: IIC. Reviews in Conservation. 2007, nº8, pp. 55-66.

3. WILDE, A.: "Zur Heutigen Herstellung von Glutinleimen (On the modern manufacture of hide glue)". En: Zeitschrift für Kunsttechnologie und Konservierung 20. 2006, nº 2, pp. 379-406.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS DE LAS TÉCNICAS ARTÍSTICAS

1. CARLYLE, L.: The Artist's Assistant. Oil Painting Instruction Manuals and Handbooks in Britain 1800-1900 with Reference to Selected Eighteenth-Century Sources. Archetype Publications. London: 2002. pp. Index 564.
2. DOERNER, M.: "Los aglutinantes y los disolventes: Técnicas con agua". En: Los materiales de la pintura y su empleo en el arte. 5ª edición en español. Barcelona: Reverté, 1994. pp. 89-90.
3. MARTÍN-GIL, J., MARTÍN-GIL, F.J., RAMOS-SÁNCHEZ, M.C., MARTÍN-RAMOS, P.: "The orangebrown patina of Salisbury Cathedral (West Porch) surfaces: evidence of its man-made origin". En: Environmental Science and Pollution Research International 2005, vol. 12, nº 5, pp. 285-289.
4. MAYER, R.: Materiales y técnicas del arte. 2ª Edición española. Madrid: Tursen Hermann Blume Ediciones, 1993. Índice: p. 734.
5. VENTOLÀ, L., VENDRELL, M., GIRALDEZ, P., MERINO, L.: "Traditional organic additives improve lime mortars: New old materials for restoration and building natural stone fabrics". En: Construction and Building Materials. 2011, vol. 25, nº 8, pp. 3313-3318.
6. WEI, S., MA, Q., SCHREINER, M.: "Scientific investigation of the paint and adhesive materials used in the Western Han dynasty polychromy terracotta army, Qingzhou, China". En: Journal of Archaeological Science. 2012, vol. 39, 1628-1633.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS DE LOS TRATAMIENTOS DE RESTAURACIÓN

1. ACKROYD, P. "Glue-paste lining of canvas paintings". En: The Picture Restorer. 1997, nº 11, pp. 28-33.
2. FOHRER, F., BASLÉ, K., FLORÉAL, D.: "Problématique de l'infestation des colles de rentoilage des peintures de chevalet par le *Stegobium Paniceum* (L.)". En: Support Tracé. 2007, nº 6, pp. 78-85.
3. GROBBEN, A.H.: "Huiden-, beenderlijm en gelatine: algemene eigenschappen en toepassingen als lijm (Skin and bone-based glues and gelatins: general qualities and uses as glues)". En: CR: Interdisciplinair Vakblad Voor Conservering en Restauratie 6. 2005, nº1, pp. 29-31.
4. PEREIRA, C., FERREIRA, I.M.P.L.V.O, BRANCO, L.C., SANDUA, I.C.A., BUSANI, T.: "Atomic Force Microscopy as a valuable tool in an innovative multi-scale and multi-technique non-invasive approach to surface cleaning monitoring". En: Procedia Chemistry. 2013, vol. 8, pp. 258-268.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS DEL ANÁLISIS Y ENSAYOS DE ENVEJECIMIENTO

1. ALBERTINI,E., RAGGI,L., VAGNINI,M., SASSOLINI,A., ACHILLI,A., MARCONI,G., CARTECHINI,L., VERONESI,F., FALCINELLI,M., BRUNETTI,B.G., MILIANI,C.: "Tracing the biological origin of animal glues used in paintings through mitochondrial DNA analysis". En: *Analytical and Bioanalytical Chemistry*. 2011, vol. 399, nº 9, pp. 2987-2995.
2. ANDREOTTI, A., BONADUCE, I., COLOMBINI M.P., Gautier G. , MODUGNO F., RIBECHINI E.: "Combined GCMS Analytical Procedure for the Characterization of Glycerolipid, Waxy, Resinous, and Proteinaceous Materials in a Unique Paint Microsample". En: *Analytical Chemistry*. 2006, nº 78, pp. 4490-4500.
3. ARSLANOGLU,J., ZALESKI,S., LOIKE,J.: "An improved method of protein localization in artworks through SERS nanotag-complexed antibodies". En: *Analytical and Bioanalytical Chemistry*. 2011, vol. 399, nº 9, pp. 2997-3010.
4. BANKS,P.R., PAQUETTE,D.M.: "Comparison of 3 common amine reactive fluorescent-probes used for conjugation to biomolecules by capillary zone electrophoresis". En: *Bioconjugate Chemistry*. 1995, vol. 6, pp. 447-458.
5. BARRET,T., MOSIER,C.: "A review of methods for the identification of sizing agents in paper". En: *IPC Conference Papers Manchester*. 1992, pp. 207-213.
6. BUCKLEY, M., WHITCHER KANSA, S.: "Collagen fingerprinting of archaeological bone and teeth remains from Domuztepe, South Eastern Turkey". En: *Archaeological and Anthropological Sciences*. 2011, vol. 3, nº 3, pp. 271-280.
7. BUCKLEY,M., COLLINS,M., THOMAS-OATES,J., WILSON,J.C.: "Species identification by analysis of bone collagen using matrix-assisted laser desorption/ionisation time-of-flight mass spectrometry". En: *Rapid Communications in Mass Spectrometry*. 2009, vol. 23, pp. 3843-3854.
8. CARBINI,M., STEVANATO,R., ROVEA,M., TRALDI,P., FAVRETTO,D.: "Curie-point pyrolysis gas chromatography mass spectrometry in the art field. The characterization of proteinaceous binders". En: *Rapid Communications in Mass Spectrometry*. 1996, vol. 10, pp. 1240-1242.
9. CARUSO,F., ORECCHIO,S., CICERO,M.G., DI STEFANO,C.: "Gas Chromatography-mass spectrometry characterization of the varnish and glue of an ancient 18th century doublé bass". En: *Journal of Chromatography A*. 2007, vol. 1147, 206-212.
10. CASSETTA,B., TAGLIACCOZZI,D., SHUSHAN,B., FEDERICI,G.: "Development of a method for rapid quantitation of amino acids by liquid chromatography-tandem mass spectrometry (LC-MSMS) in plasma". En: *Clinical Chemistry and Laboratory Medicine*. 2000, vol. 38, nº 5, pp. 391-401.
11. CHIAVARI,G., LANTERNA,G., LUCA,C., MATTEINI,M., PRATI,S., SANDU,I.C.A.: "Analysis of proteinaceous binders by in-situ pyrolysis and silylation". En: *Chromatographia*. 2003, vol. 57, nº 9, pp. 645-648.
12. CHIAVARI, G., GALLETTI, G.C., LANTERNA, G., MAZZEO, R.: "The potential of pyrolysis-gas chromatography/mass spectrometry in the recognition of ancient painting media". En: *Journal of Analytical and Applied Pyrolysis*. 1993, vol. 24, nº 3, pp. 227-242.

13. CHECA-MORENO, R., MANZANO, E., MIRÓN, G., CAPITAN-VALLVEY, L.F.: "Comparison between traditional strategies and classification technique (SIMCA) in the identification of old proteinaceous binders". En: *Talanta*. 2008, vol. 75, pp. 697-704.
14. COLOMBINI, M.P., ANDREOTTI, A. BONADUCE, I., MODUGNO, F., RIBECHINI, E.: "Analytical Strategies for Characterizing Organic Paint Media Using Gas Chromatography/Mass Spectrometry". En: *Accounts of Chemistry Research*. 2010, vol. 43, pp. 715-727.
15. COLOMBINI, M.P., MODUGNO, F., GIACOMELLI, A., FRANCESCONI, S.: "Characterization of proteinaceous binders and drying oils in wall painting samples by gas chromatography-mass spectrometry". En: *Journal of Chromatography A*. 1999, vol. 846, n° 1-2, pp. 113-124.
16. COLOMBINI, M.P., MODUGNO, F., GIACOMELLI, M.: "Two procedures for suppressing interference from inorganic pigments in the analysis by gas chromatography-mass spectrometry of proteinaceous binders in paintings". En: *Journal of Chromatography A*. 1999, vol. 846, pp. 101-111.
17. DALLONGEVILLE, S., KOPERSKA, M., GARNIER, N., REILLE-TAILLEFERT, G., ROLANDO, C., TOKARSKI, C.: "Identification of Animal Glue Species in Artworks Using Proteomics: Application to a 18th Century Gilt Sample". En: *Analytical Chemistry*. 2011, vol. 8, n° 3, pp. 9431-9437.
18. DOMÈNECH-CARBÒ, M.T.: "Novel analytical methods for characterising binding media and protective coatings in artworks". En: *Analytica Chimica Acta*. 2008, vol. 621, pp. 109-139.
19. FREMOUT, W., DHAENENS, M., SAVERWYNS, S., SANYOVA, J., VANDENABEELE, P., DEFORCE, D., MOENS, L.: "Development of a dedicated peptide tandem mass spectral library for conservation science". En: *Analytica Chimica Acta*. 2012, vol. 728, pp. 39-48.
20. FREMOUT, W., KUCKOVA, S., CRHOVA, M., SANYOVA, J., SAVERWYNS, S., HYNEK, R., KODICEK, M., VANDENABEELE, P. AND MOENS, L.: "Classification of protein binders in artist's paints by matrix-assisted laser desorption/ionisation time-of-flight mass spectrometry: an evaluation of principal component analysis (PCA) and soft independent modelling of class analogy (SIMCA)". En: *Rapid Communications in Mass Spectrometry*. 2011, vol. 25, n° 11, pp. 1631-1640.
21. GAUTIER, G., COLOMBINI, M.P.: "GC-MS identification of proteins in wall painting samples: A fast clean-up procedure to remove copper-based pigment interferences". En: *Talanta*. 2007, vol. 73, pp. 95-101.
22. GILSENAN, P.M., ROSS-MURPHY, S.B.: "Rheological characterisation of gelatins from mammalian and marine sources". En: *Food Hydrocolloids*. 2000a, vol. 14, pp. 191-195.
23. GILSENAN, P.M., ROSS-MURPHY, S.B.: "Viscoelasticity of thermoreversible gelatin gels from mammalian and piscine collagen". En: *Journal of Rheology*. 2000b, vol. 44, pp. 871-882.
24. GIMENO, J.V., MATEO, R., DOMÈNECH, M.T., BOSCH, F., DOMÈNECH, A., DE LA CRUZ, J., CASAS, M.J.: "Analytical study of proteinaceous binding media in work of art by gas chromatography using alkyl chloroformates as derivatising agents". En: *Talanta*. 2002, vol. 56, pp. 71-77.

25. GRZYWACZ, C.M.: "Identification of proteinaceous binding media in paintings by amino acid analysis using 9-fluorenylmethyl chloroformate derivatization and reversed-phase high-performance liquid chromatography". En: *Journal of Chromatography A*. 1994, vol. 676, n° 1, pp. 177-183.
26. GUPTA, N., MALLIK, H., SARKAR, A.: "An Experimental Syudy of Electrical Character of Proteins". En: *Solid State Ionics: Proceedings of the 8th Asian Conference*. 2002, pp. 823-829.
27. HAUG, I.J., DRAGET, K.I., SMIDSRØD, O.: "Physical and rheological properties of fish gelatine compared to mammalian gelatine". En: *Food Hydrocolloids*. 2004, n° 18, pp. 203-213.
28. HARRISON, S.M., KAML, I., PROKORATOVA, V., MAZANEK, M., KENNDLER, E.: "Animal Glues In Mixtures Of Natural Binding Media Used In Artistic And Historic Objects: Identification By Capillary Zone Electrophoresis". En: *Analytical and Bioanalytical Chemistry*. 2005, vol. 382, n° 7, pp. 1520-1526.
29. KAML, I., VCELAKOVA, K., KENNDLER, E.: "Characterisation and identification of proteinaceous binding media (animal glues) from their amino acid profile by capillary zone electrophoresis". En: *Journal of Separation Science*. 2004, vol. 27, n° 3, pp. 161-166.
30. KUCKOVA, S., SANDU, I.C.A., CRHOVA, M., HYNEK, R., FOGAS, I., SCHAFER, S.: "Protein identification and localization using mass spectrometry and staining tests in cross-sections of polychrome samples". En: *Journal of Cultural Heritage*. 2013, vol. 14, n° 1, pp. 31-37.
31. KUCKOVA, S., HYNEK, R., KODICEK, M.: "Application of peptide mass mapping on proteins in historical mortars". En: *Journal of Cultural Heritage*. 2009, vol. 10, n° 2, pp. 244-247.
32. KUCKOVA, S., HYNEK, R., KODICEK, M.: "Identification of proteinaceous binders used in art-works by MALDI-TOF mass spectrometry". En: *Analytical and Bioanalytical Chemistry*. 2007, vol. 388, pp. 201-206.
33. LEACH, A.A.: "Organic constituents of gelatins and animal glues. II. Analytical study on the turbidity factor from a bone glue". En: *Journal of Applied Chemistry*. 2007, vol. 11, n° 1, pp. 10-19.
34. LEUENBERGER, B. H.: "Investigation of viscosity and gelation properties of different mammalian and fish gelatins". En: *Food Hydrocolloids*. 1991, vol. 5, pp. 353-361.
35. LIU, Z., MINKLER, P.E., LIN, D., SAYRE, L.M.: "Derivatization of amino acids with N, N-dimethyl-2,4-dinitro-5-fluorobenzylamine for liquid chromatography/electrospray ionization mass spectrometry". En: *Rapid Communications in Mass Spectrometry*. 2004, vol. 18, n° 10, pp. 1059-1065.
36. LLETÍ, R., SARABIA, L.A., ORTIZ, M.C., TODESCHINI, R., COLOMBINI, M.P.: "Application of the Kohonen artificial neural network in the identification of proteinaceous binders in samples of panel painting using gas chromatography-mass spectrometry". En: *Analyst*. 2003, vol. 128, pp. 281-286.
37. LLUVERAS, A., BONADUCE, I., ANDREOTTI, A., COLOMBINI, M.P.: "GC/MS analytical procedure for the characterization of glycerolipids, natural waxes, terpenoid resins, proteinaceous and polysaccharide materials in the same paint microsample avoiding

- interferences from inorganic media". En: *Analytical Chemistry*. 2010, vol. 82, n° 1, pp. 376-386.
38. MATTEINI, P., CAMAITI, M., AGATI, G., BALDO, M.A., MUTOC, S., MATTEINI, M.: "Discrimination of painting binders subjected to photo-ageing by using microspectrofluorometry coupled with deconvolution analysis". En: *Journal of Cultural Heritage*. 2009, vol. 10, n° 2, pp. 198-205.
 39. NEVIN, A., COMELLI, D., OSTICOLI, I., FILIPIDIS, G., MELLESSANAKI, A., VALENTINI, G., TONIOLO, L., ANGLOS, D., CASTELLUCCI, E., CUBEDDU, R., FOTAKIS, C.: "Optical spectroscopy for the non invasive analysis of commonly found paint varnishes and binding media". En: *CHRESP: 8th EC Conference on Sustaining Europe's Cultural Heritage*, Ljubljana, Slovenia. 2008, pp. 29-31.
 40. NEVIN, A., OSTICOLI, I., ANGLOS, D., BURNSTOCK, A., CATHER, S., CASTELLUCCI, E.: "The analysis of naturally and artificially aged protein-based paint media using Raman spectroscopy combined with principal component analysis". En: *Journal of Raman Spectroscopy*. 2008, vol. 39, n° 8, pp. 993-1000.
 41. NEVIN, A., COMELLI, D., VALENTINI, G., ANGLOS, D., BURNSTOCK, A., CATHER, S., CUBEDDU, R.: "Time-resolved fluorescence spectroscopy and imaging of proteinaceous binders used in paintings". En: *Analytical and Bioanalytical Chemistry*. 2007, vol. 388, pp. 1897-1905.
 42. NEVIN, A., CATHER, S., ANGLOS, D., FOTAKIS, C.: "Laser-Induced Fluorescence Analysis of Protein-Based Binding Media". En: *Lasers in the Conservation of Artworks Springer Proceedings in Physics*. 2007, vol. 116, pp 399-406.
 43. NICHOLSON, G.J., TOMIUK, J., CZARNETZKI, A., BACHMANN, L., PUSCH, C.M.: "Detection of bone glue treatment as a major source of contamination of ancient DNA analyses". En: *American Journal of Physical Anthropology*. 2002, vol. 118, n° 2, pp.117-120.
 44. MILLS, J.S., WHITE, R.: "Proteins". En: *The Organic Chemistry of Museum Objects*. 2ª Edición. Oxford: Butterworth-Heinemann, 1994. pp. 84-94.
 45. PETRITIS, K., ELFAKIR, C., DREUX, M.: "A comparative study of commercial liquid chromatographic detectors for the analysis of underivatized amino acids". En: *Journal of Chromatography A*. 2002, vol. 961, n° 1, pp. 9-21.
 46. PETRITIS, K., CHAIMBAULT, P., ELFAKIR, C., DREUX, M.: "Parameter optimization for the analysis of underivatized protein amino acids by liquid chromatography and ionspray tandem mass spectrometry". En: *Journal of Chromatography A*. 2000, vol. 896, n° 1, pp. 253-263.
 47. QIN, J., FENYO, D., ZHAO, Y., HALL, W.W., CHAO, D.M., WILSON, C.J., YOUNG, R.A., CHAIT, B.T.: "A Strategy for Rapid, High-Confidence Protein Identification". En: *Analytical Chemistry*. 1997, vol. 69, pp. 3995-4001.
 48. SCIUTTO, G., DOLCI, L.S., GUARDIGLI, M., ZANGHERI, M., PRATI, S., MAZZEO, R., RODA, A.: "Single and multiplexed immunoassays for the chemiluminescent imaging detection of animal glues in historical paint cross-sections". En: *Analytical and Bioanalytical Chemistry*. 2013, vol. 405, n° 2-3, pp. 933-940.

49. SCHILLING, M.R., KHANJIAN, H.P.: "Gas Chromatographic Analysis of Amino Acids as Ethyl Chloroformate Derivatives. Part 2, Effects of Pigments and Accelerated Aging on the Identification of Proteinaceous Binding Media". En: Journal of the American Institute for Conservation. 1996, vol. 35, 123-144.
50. STEVENS JR, S.M., WOLVERTON, S., VENABLES, B., BARKER, A., SEELEY, K.W., ADHIKARI, P.: "Evaluation of microwave-assisted enzymatic digestion and tandem mass spectrometry for the identification of protein residues from an inorganic solid matrix: implications in archaeological research". En: Analytical and Bioanalytical Chemistry. 2010, vol. 396, nº 4, pp. 1491-1499.
51. TAKAHASHI, C.M., NELSON, D.E.: "Radiocarbon and stable isotope analyses of archaeological bone consolidated with hide glue". En: Radiocarbon. 2002, 44, nº 1, pp. 59-62.
52. TRIPKOVIĆ, T., CHARVY, C., ALVES, S., LOLIĆ, A.Đ., BAOŠIĆ, R.M., NIKOLIĆ-MANDIĆ, S.D., TABET, J.C.: "Identification of protein binders in artworks by MALDI-TOF/TOF tandem mass spectrometry". En: Talanta. 2013, vol. 113, pp. 49-61.
53. TSAKALOF, A.K., BAIRACHTARI, K.A., ASLANI, I.S., CHRYSOULAKIS, I.D., KOLISIS, F.N.: "Impact of biological factors on binding media identification in art objects: Identification of animal glue in the presence of *Aspergillus niger*". En: Journal of Separation Science. 2004, vol. 27, nº 3, pp. 167-173.
54. VAGNINI, M., MILIANI, C., CARTECHINI, L., ROCCHI, P., BRUNETTI, B.G., SGAMELLOTTI, A.: "FTNIR spectroscopy for non-invasive identification of natural polymers and resins in easel paintings". En: Analytical and Bioanalytical Chemistry. 2009, vol. 395, nº 7, pp. 2107-2118.
55. VALLANCE, S.L.: "Applications of Chromatography in Art Conservation: Techniques Used for the Analysis and Identification of Proteinaceous and Gum Binding Media". En: Analyst. 1997, vol. 122, pp. 75R-81R.
56. WITKOWSKI, B., BIESAGA, M., GIERCZAK, T.: "Proteinaceous binders identification in the works of art using ion-pairing free reversed-phase liquid chromatography coupled with tandem mass spectrometry". En: Analytical Methods. 2012, nº 4, pp. 1221-1228.
57. ZANGRANDO, R., PIAZZA, R., CAIRNS, W.R.L., IZZO, F.C., VIANELLO, A., ZENDRI, E., GAMBARO, A.: "Quantitative determination of un-derivatised amino acids in artistic mural paintings using high-performance liquid chromatography/electrospray ionization triple quadrupole mass spectrometry". En: Analytica Chimica Acta. 2010, vol. 675, pp. 1-7.

REFERENCIAS WEB DE TRATAMIENTOS DE RESTAURACIÓN

1. BARRET, T., MOSIER, C.: "The role of gelatine in paper permanent". En: Journal of the American Institute for Conservation. 1995, vol. 34, nº 3, pp. 173-186. Disponible en: <http://cool.conservation-us.org/coolaic/sg/bpg/annual/v13/bp13-02.html> [sitio web]. [16 de julio de 2013].
2. EDWARDS, W. P.: "Current trends in conservation of marquetry surfaces". En: Postprints of the Wooden Artifacts Group. American Institute for Conservation of Historic and Artistic Works. 1997, pp. 26. Disponible en:

http://cool.conservation-us.org/coolaic/sg/wag/1997/WAG_97_edwards.pdf [sitio web]. [26 agosto 2013].

3. KOOB, S.: "Obsolete fill materials found on ceramics". En: Journal of the American Institute for Conservation. 1998, vol. 37, nº 1, artículo 5, pp. 49-67. Disponible en: <http://www.jstor.org/stable/3179911> [sitio web]. [26 agosto 2013].

REFERENCIAS WEB DE TÉCNICAS ARTÍSTICAS

1. CHAMBERLAIN, P., DREWELLO, R., KORN, L., BAUER, W., GOUGH, T., AL-FOUZAN, A., COLLINS, M., VAN DOORN, N., CRAIG, O., HERON, C.: "Construction of the Khoja Zaynuddin Mosque: use of animal glue modified with urine". En: Archaeometry. 2011, vol. 53, nº 4, pp. 830-841. Disponible en: http://www.uni-bamberg.de/fileadmin/buchara-projekt/arcm_577.pdf [sitio web]. [26 agosto 2013].
2. THORNTON, J.: "A brief history and review of the early practice and materials of gap-filling in the west". En: Journal of the American Institute for Conservation. 1998, vol. 37, nº 1, pp. 3-22. Disponible en: <http://www.jstor.org/stable/3179908> [sitio web]. [27 agosto 2013].

REFERENCIAS WEB DE ANÁLISIS Y ENSAYOS DE ENVEJECIMIENTO

1. CARTECHINI, L., VAGNINI, M., PALMIERI, M., PITZURRA, L., MELLO, T., MAZUREK, J., CHIARI, G.: "Immunodetection of proteins in ancient paint media". En: Accounts of Chemical Research. 2010, vol. 43, nº 6, pp. 867-876. Disponible en: http://www.afir.org.ro/sica/refe/2010_Cartechini.pdf [sitio web]. [23 de mayo de 2013].
2. CENTENO, S.A. GUZMAN, M.I., YAMAZAKIKLEPS, A., DELLA VÉDOVA, C.O.: "Characterization by FTIR of the effect of lead white on some properties of proteinaceous binding media". En: JAIC. 2004, vol. 43, nº 2, pp. 139-150. Disponible en: http://cool.conservation-us.org/jaic/articles/jaic43-02-002_1.html [sitio web]. [17 de junio de 2013].
3. GILSENAN, P.M., ROSS-MURPHY, S.B.: "Rheological characterisation of gelatins from mammalian and marine sources". En: Food Hydrocolloids. 2000, nº 14, pp. 191-195. Disponible en: <http://www.aseanbiodiversity.info/Abstract/51004252.pdf> [sitio web]. [consulta 25 de junio de 2013].
4. HARRISON, S.M., KAML, I., PROKORATOVA, V., MAZANEK, M., KENNDLER, E.: "Animal glues in mixtures of natural binding media used in artistic and historic objects: identification by capillary zone electrophoresis". En: Analytical and Bioanalytical Chemistry. 2005, vol. 382, nº 7, pp. 1520-1526. Disponible en: <http://link.springer.com/article/10.1007%2Fs00216-005-3319-9#page-1> [sitio web]. [23 de mayo de 2013].
5. HEGINBOTHAM, A., MILLAY, V., QUICK, M.: "The use of immunofluorescence microscopy (IFM) and enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA) as complementary techniques for protein identification in artists' materials". En: WAG Postprints. Portland, Oregon: 2004. Disponible en:

- http://cool.conservation-us.org/coolaic/sg/wag/2004/heginbotham_04.pdf [sitio web]. [consulta 26 de junio de 2013].
6. KUCKOVA,S., HYNEK,R., KODICEK,M.: "Identification of proteinaceous binders used in artworks by MALDI-TOF mass spectrometry". En: *Analytical and Bioanalytical Chemistry*. 2007, vol. 388, nº 1, pp. 201-206. Disponible en: http://www.afir.org.ro/sica/refer/2007_Kuckova.pdf [sitio web]. [23 de mayo de 2013].
 7. MESSINGER, J.M.: "Ultraviolet-fluorescence microscopy of paint cross-sections". En: *JAIC Journal of the American Institute for Conservation*. 1992, vol. 31, pp. 267-274. Disponible en: <http://cool.conservation-us.org/coolaic/jaic/articles/jaic31-03-001.html> [en sitio web]. [27 de mayo de 2013].
 8. PŘIKRYL,P., HAVLÍČKOVÁ,L., PACÁKOVÁ,V., HRADLOVÁ,J., ŠTULÍK,K., HOFTA,P.: "An evaluation of GC-MS and HPLC-FD methods for analysis of protein binders in paintings". En: *Journal of Separation Science*. 2006, vol. 29, nº 17, pp. 2653-2663. Disponible en: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/jssc.200600171/pdf> [sitio web]. [23 de mayo de 2013].
 9. SKANS, B.: "Analysis and properties of old animal glues". En: *IADA International Congress of Restorers of Graphic Art*, Uppsala, Sweden, ed. K.J. Palm and M.S. Koch, Internationale Arbeitsgemeinschaft der Archiv-, Bibliothekss- and Grafikrestauratoren. 1991, pp. 43-50. Disponible en: http://www.iada-home.org/ta91_t.html [sitio web]. [consulta 25 de junio de 2013].
 10. STULIK, D., FLORSHEIM, H.: "Binding media identification in painted ethnographic objects". En: *Journal of the American Institute for Conservation*. 1992, vol. 31, nº 3, artículo 2, pp. 275-288. Disponible en: <http://cool.conservation-us.org/jaic/articles/jaic31-03-002.html> [sitio web]. [26 agosto 2013].
 11. YAN,H., AN,J., ZHOU,T., LI,Y.: "Analysis of proteinaceous binding media used in Tang Dynasty polychrome pottery by MALDI-TOF-MS". En: *Chinese Science Bulletin*. 2013. Disponible en: <http://link.springer.com/article/10.1007/s11434-013-5781-7#page-1> [sitio web]. [23 de mayo de 2013].

REFERENCIAS WEB DE TOXICIDAD

1. SACRISTÁN, R.: "Sustancias aglutinantes". *Toxicología de los materiales pictóricos*. Tesis doctoral: España: Universidad Complutense de Madrid, 2003. pp. 244, 248-249. Disponible en: <http://www.ucm.es/BUCM/tesis/19972000/H/1/H1014501.pdf> [sitio web]. [Consulta 11 mayo 2011].