

Goma Copal

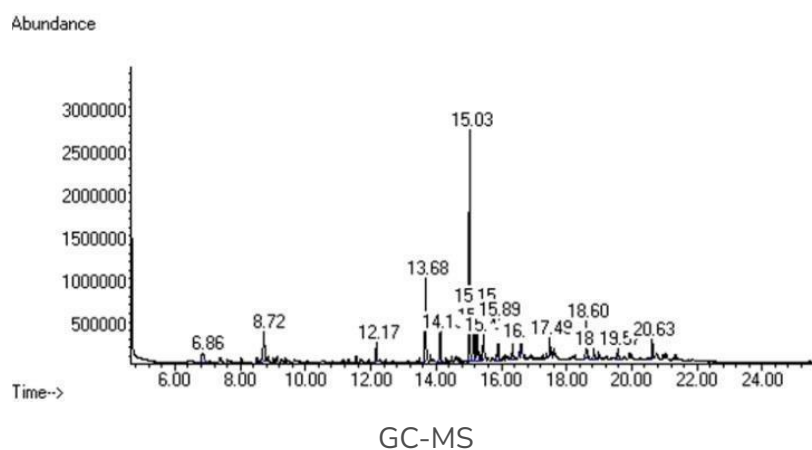
Fichas técnicas de los materiales empleados en los procesos de restauración de las obras.

Nombre del producto	GOMA COPAL	
Fabricante. Distribuidor	Kremer.60161	
Presentación	En piezas. 100 gr.	
Otras características	Origen: Madagascar	
Uso	Empleada en la fabricación de barnices oleosos	
Observaciones	Kremer en el envase especifica el tipo de resina y su origen. En su web proporciona una ficha de seguridad del producto y amplía la descripción de sus características básicas (1).	

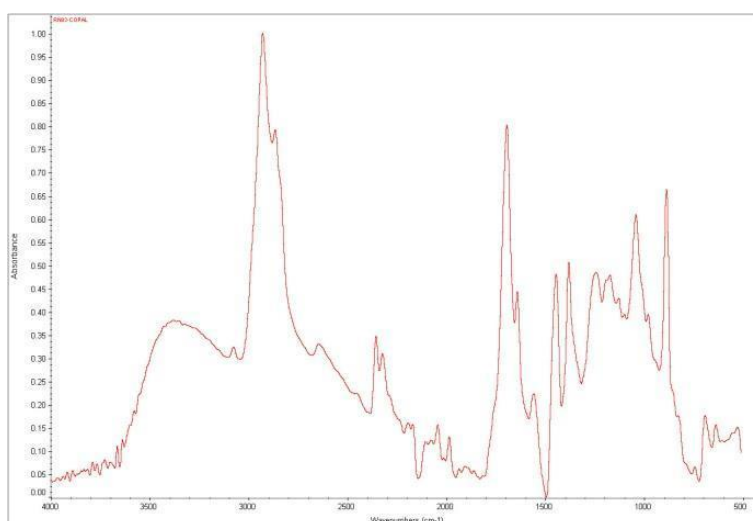
Caracterización del producto

Técnicas analíticas

GC-MS. Cromatógrafo Agilent Technologies GC 6890N MS 5973 Network. Tratamiento previo con Met Prep II.



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



FTIR-ATR

Envejecimiento acelerado

CÁMARA DE ENVEJECIMIENTO ACELERADO: Solarbox 3000 e RH. 550 w/m²., 400 h, Temperatura BST: 63°C +/- 2°C, humedad relativa: 55% +/- 5%, fuente de iluminación arco de Xenón, filtro: 310 nm.

Observaciones

Recomendamos base de datos espectral IRUG [<http://w.irug.org/search-spectral-database?reset=Reset>]

Denominaciones

Copal (UK, FR), copale (IT), kopal (D) (2).

La palabra copal proviene del vocablo náhuatl “copalli”, que significa incienso y que identificaba a varias resinas olorosas independientemente de la planta de la que se extrajeran (3).

La resina copal o goma copal, como habitualmente se denomina en el comercio, engloba diferentes tipos de resinas, algunas recientes, otras de origen fósil (1).

[...] suelen presentar entre sí considerables diferencias [...] La denominación de los copales viene dada, generalmente, por el lugar geográfico de donde se ha extraído (4).

De cada una de ellas pueden ofrecerse de tres a diez grados diferentes (5).

Los copales fósiles y el ámbar fueron frecuentemente confundidos durante la Edad Media, y actualmente todavía se atribuye inapropiadamente el nombre de copal a una gran variedad de resinas (6).

Origen

Natural. Fósil vegetal.

Son resinas que se encuentran en casi todos los países tropicales y subtropicales del mundo [...] En general, se comercializan cinco tipos de copal:

1. Copal de África Oriental, incluyendo Zanzíbar, etc.
2. Copal de África Occidental
3. Copal de Manila.
4. Copal kauri, de Nueva Zelanda y Nueva Caledonia.
5. Copal de América del Sur.

Los copales de África Oriental son resinas fósiles que se localizan principalmente en zonas donde los árboles de copal han desaparecido. Esta resina copal, en concreto, procede de un depósito vacío en Madagascar (1).

El origen de muchos de los copales y copaibas no siempre está claro. Esto se debe a las lagunas existentes a nivel botánico sobre estos árboles y a que, muchas veces, tampoco se sabe con exactitud la verdadera fuente de las resinas que se comercializan, pues el material pasa por muchas manos desde su origen hasta el comprador final (7).

La producción actual más importante se obtiene de las Araucariaceae (coníferas) y de las Cesalpinaceae (leguminosas) (8, 7)

Grupo	Familia	Género	Resina
Coniferae	Araucariaceae	Agathis	Copal de Manila Copal Kaurí
Leguminosae	Caesalpiniaceae	Hymenaea	Copal de Zanzibar Copal de Brasil
		Guibourtia; Tessmannia y Daniellia	Otros copales africanos (Congo, Accra, Benguela, Sierra Leona...)

Proceso de obtención

Son diversas resinas que forman un amplio grupo no muy bien definido, con distintos grados de dureza: blandas (segregadas por incisión en el tronco), semiduras (recogidas del suelo, al pie del árbol) y duras (fósiles). Las más duras provienen de resinas fósiles en yacimientos poco profundos (aunque de fósiles mucho más recientes que las resinas de ámbar), pero también se extraen de plantas vivas (como el copal de Manila, procedente de Filipinas y las Indias Orientales, Congo, Sierra Leona, Zanzíbar, Nueva Zelanda -Kauri-) (9).

Composición química

Resina diterpénica.

La resina actual que encontramos en el mercado, al igual que la fósil, es una resina diterpénica compuesta por cuatro isoprenos, $(C_5H_8)_4$, hidrocarburo insaturado (8).

Su química se ha estudiado menos que la de las resinas de coníferas, especialmente en el caso de los copales africanos. El contenido diterpenoide es diferente al de las resinas de coníferas en algunos aspectos importantes [...] La mayoría de los diterpenoides son compuestos labdanos [...] Los copales sólidos son en su mayoría materiales altamente polimerizados y el diterpeno responsable de este polímero parece ser por lo general el ácido ózico (7).

Propiedades químicas de la resina

Sus principales características distintivas son su dureza, su elevado punto de fusión ($180^{\circ}C$) y su insolubilidad en los disolventes comunes. Entre las más duras encontramos el copal del Congo y el de Zanzíbar, entre las semiduras, el copal de Kauri y el de Sierra Leona, y entre las blandas, el copal de Manila, este último producido por plantas vivientes (10).

La acidez y el color es característico de cada tipo de resina: por ejemplo, la que proviene del Congo es muy ácida; existen más o menos claras o coloreadas, pero en general son resinas oscuras, duras, brillantes y frágiles. Madagascar:

Tª REBLANDECIMIE NTO	Tª FUSIÓN	PÉRDIDA en la PIROGENIZACIÓN	ÍNDICE de ÁCIDO	ÍNDICE de ÁCIDO tras PIROGENACIÓN
108-110°C	350/ 136-142°C	20%	80	52

Solubilidad:

La mayoría de los copales, sobre todo los fósiles, son insolubles en su estado natural, aunque pueden volverse parcialmente solubles mediante un prolongado calentamiento a $200-220^{\circ}C$, o por destilación a una temperatura de casi $400^{\circ}C$, seguida de una disolución en aceites calientes (10).

Las blandas se disuelven parcialmente en acetona y en esencia de trementina, totalmente en alcohol y diacetonalcohol (forman barnices al alcohol) y son insolubles en ésteres e hidrocarburos. Las duras son insolubles en disolventes y aceites, y con un punto de fusión alto: $180^{\circ}C$ a $300^{\circ}C$. Deben pulverizarse, fundirse (a $200-220^{\circ}C$ o por destilación seca a $400^{\circ}C$) y calentarse junto con aceite para hacerlas solubles (barnices grasos) (9).

Se necesita de todas formas pirogenarla para hacerla soluble. La resina pierde por lo tanto cerca del 20% de su peso (8).

Este complejo proceso la desacidifica y la vuelve más dura y resistente (11).

Propiedades químicas del barniz

Estas resinas (duras) sólo se disuelven en caliente, dando lugar a barnices oscuros, muy duros, frágiles y muy ácidos. Por ello, en la actualidad están desechadas en el campo de la conservación (12).

Las copales de Zanzíbar y Madagascar producen películas muy duras y perdurables permitiendo la incorporación de grandes cantidades de aceite (8).

Los barnices de copal duro + aceite cocido con secativos forman películas muy frágiles, brillantes, con un brillo grasiento [...] Entre los copales hay uno, la goma de Manila, que no admite mucho aceite y se diluye en alcohol después de la pirogenación de la resina (9).

Envejecimiento

Estos barnices siempre se ponen muy oscuros y son muy propensos a agrietarse con el tiempo, sobre todo si se mezclan con colores, aceites, secantes u otros barnices (5).

Usos

La fecha en que se fundieron por primera vez las resinas fósiles recientes para preparar diluyentes para pintura artística o de recubrimiento, es cosa que no se sabe. Sin embargo, Plinio, hacia el año 70 a.C., dice en su "Naturalis Historia", "resina omnis dissolvitur óleo", todas las resinas se disuelven en aceite [...] Sólo en la "Schedula diversarium artium", del presbítero Theophilus [...] se describe por primera vez con precisión un proceso de fusión (13).

En la Edad Media se confundía el copal con el ámbar, y parece probable que la primera utilización del barniz de copal fuese árabe, en torno al siglo X (11).

Las resinas de copal se han usado habitualmente como barniz [...] En Centroamérica estas resinas provienen de las especies *Bursera copallifera* y *Bursera bipinnata*, muy empleadas en épocas prehispánicas en ceremonias religiosas [...] En Suiza, en la década de 1920 y durante un corto período de tiempo, se empleó el copal como material de moldeo, conocido con el nombre comercial de Ebenar®, para fabricar pequeños objetos (3).

Para el artista, el barniz copal es el ejemplo más familiar de barniz de aceite y resina. Pero el artista interesado en la permanencia de su obra jamás usará barniz de copal en sus pinturas ni en sus imprimaciones (5).

Por ser casi insolubles, los copales son muy poco adecuados como ingredientes para la preparación de barnices, ya que resultan prácticamente irreversibles en las operaciones de restauración. No obstante, en el pasado se han utilizado ocasionalmente para el barnizado de pinturas, lo que ha planteado serios problemas en las intervenciones de restauración, resultando muy difícil su eliminación (10).

Se han utilizado fundamentalmente para la preparación de barnices y como médium para la pintura al óleo. No es aconsejable su empleo porque, debido a su gran dureza, no son reversibles, ennegrecen mucho y tienden a la formación de grietas profundas en la capa pictórica que pueden ocasionar daños importantes para la conservación de la obra. En la actualidad, el empleo de los barnices y médiums preparados con resinas de copal ha quedado en desuso y éstas pueden sustituirse, de manera ventajosa, por resinas sintéticas, fundamentalmente termoplásticas y cetónicas, que han demostrado ser técnicamente mucho más seguras (4).

Las resinas fósiles como el ámbar y los fósiles recientes como el copal -las resinas naturales más duras que existen- son insolubles en todos los disolventes corrientes. Si se quieren emplear, para asegurarnos de su dureza y capacidad de resistencia, hay que disolverlas de un modo un tanto complicado en aceites grasos, por ejemplo, en aceite de linaza. Para eso hay previamente que “fundir” la resina, es decir hacerla soluble en aceite. Esto se consigue llevando la resina a una temperatura dependiente de su naturaleza, pero que generalmente anda por los 300°C. Con esto se rompen, se “craquean”, las largas cadenas de moléculas de ácido resínico y se llevan a una longitud que permite una combinación química de la resina con el aceite graso, es decir una “desesterificación”. En este proceso de fusión la resina pierde hasta un 30% de su peso y el producto se oscurece notablemente. Tan pronto como se ha obtenido la compatibilidad con el aceite, cosa que se comprueba mediante ensayos, se añade aceite caliente al producto de la ebullición y se cuece hasta que el producto se haya aclarado. Este concentrado de laca puede después de enfriado adelgazarse con aceite de trementina o con gasolina diluyente y se seca, quedando lista la laca (13).

Toxicidad

No se considera un material tóxico. Durante su fusión, los vapores pueden causar tos (1).

El riesgo de exposición a estas sustancias naturales se encuentra en las formas de disolución debido a la composición del preparado. Es decir, su riesgo es el inherente al riesgo de los disolventes orgánicos en el que se encuentran disueltas. Por su contenido de disolventes se considera nocivo por su contenido de trementina según las normas de la CEE. Fácilmente inflamable cuando se encuentran disueltas en alcohol (14).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. CALVO, A. "Copal". En: Conservación y restauración. Materiales, técnicas y procedimientos. De la A a la Z. 1ª edición. Barcelona: Ediciones del Serbal, 1997. p. 66.
2. DOERNER, M.: "Los aglutinantes y los disolventes: Técnicas sin agua". En: Los materiales de la pintura y su empleo en el arte. 5ª edición en español. Barcelona: Reverté, 1994. pp. 77-78.
3. 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. 92-95.
4. GONZÁLEZ-ALONSO MARTÍNEZ, E.: Tratado del dorado, plateado y su policromía. Tecnología, conservación y restauración. Departamento de Conservación y Restauración de Bienes Culturales. Valencia: Universidad Politécnica de Valencia, 1997. pp. 96-97.
5. HUERTAS, M.: "Aglutinantes. Resinas naturales blandas". En: Materiales, procedimientos y técnicas pictóricas. Vol.1. Soportes, materiales y útiles empleados en la pintura de caballete. Madrid: Ediciones Akal, 2010. pp. 195-197.
6. <http://kremer-pigmente.de/es> [sitio web]. [Consulta 20 julio 2011].
7. KROUSTALLIS, S.K.: "Copal". En: Diccionario de materias y técnicas (I). Madrid: Ministerio de Cultura, 2008. pp. 129-130.
8. MATTEINI, M., MOLES, A.: "Barnices, adhesivos, consolidantes, estucos". En: La química en la restauración. Los materiales del arte pictórico. 2ª edición. Donostia-San Sebastián: Editorial Nerea, 2001. pp. 211-212.
9. MAYER, R.: "Pintura al óleo". En: Materiales y técnicas del arte. 2ª edición española. Madrid: Tursen Hermann Blume Ediciones, 1993. pp. 229, 246, 249-250, 262, 294, 493.
10. MILLS, J.S., WHITE, R.: "Natural resins and lacquers. Diterpenoid resins". En: The Organic Chemistry of Museum Objects. 2nd Edition. Oxford: Butterworth-Heinemann, 1994. pp. 98-105, 109.
11. RICO, L., MARTÍNEZ, C.: Diccionario Técnico Akal de Conservación y Restauración de Bienes Culturales. Español-Alemán-Inglés-Italiano-Francés. Madrid: Ediciones Akal, S.A., 2003.
12. SACRISTÁN, R.: Toxicología de los materiales pictóricos. Tesis doctoral: España: Universidad Complutense de Madrid, 2003. Disponible en: <http://www.ucm.es/BUCM/tesis/19972000/H/1/H1014501.pdf> [sitio web]. [Consulta 11 julio 2011].
13. SCICOLONE, G.C.: Restauración de la pintura contemporánea: de las técnicas de intervención tradicionales a las nuevas metodologías. Editorial Nerea, 2002. pp. 51-52, 139-144, 190-191.
14. VILLARQUIDE, A.: "Barnices". En: La pintura sobre tela I. Historiografía, técnicas y materiales. San Sebastián: Nerea, 2004. pp. 259-292, 374-376.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS RECOMENDADAS

1. ANDERSON, K.B., CRELLING, J.C.: Amber, resinite, and fossil resins. American Chemical Society, 1995.
2. CLASS, J.B.: "Natural Resins". En: Encyclopedia of Chemical Technology Kirk-Othmer. John Wiley & Sons, 2000.
3. FIEBACH, K., GRIMM, D.: "Copal". En: Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry, Wiley-VCH Verlag GmbH & Co., 2002.
4. GIGANTE, B.: "Resinas naturais" ("Natural resins"). En: Conservar patrimônio, nº 1, 2005, pp. 33-46.
5. GRIMALDI, D.A.: Amber: window to the past. Harry N. Abrams, Publishers, in association with the American Museum of Natural History, 1996.
6. HARBORNE, J.B., BAXTER, H.: Chemical dictionary of economic plants. England: John Wiley and Sons, 2001.
7. HEGNAUER, R., HEGNAUER, M.: Chemotaxonomie der Pflanzen: Leguminosae, Teil 2, Caesalpinioideae und Mimosoideae. Germany: Birkhäuser Verlag, 1996, vol. XI-b1, parte 2.
8. LANGENHEIM, J.H.: Plant resins: chemistry, evolution, ecology, and ethnobotany. Cambridge: Timber Press, 2003.
9. LANGENHEIM, J.H.: "Leguminous Resin Producing Trees in Africa and South America". En: Tropical Forest Ecosystems in Africa and South America: A Comparative Review. Washington: Smithsonian Institution Press, 1973, pp. 89-104.
10. RICE, P.C.: Amber: Golden Gem of the Ages. USA: 2006, pp. 305-329.
11. ROUSSET, J.: "Origine des copals et des dammars". En: Peintures Pigments Vernis 29. 1953, pp. 725-728.
12. SCHLÜTER, T., VON GNIELINSKI, F.: The East African copal: its geologic, stratigraphic, palaeontologic significance and comparison with other fossil resins of similar age. National Museums of Tanzania, 1989.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS DEL BARNIZ

1. CARLYLE, L., BINNIE, N., VAN DER DOELE, G., BOON, J.J., MCLEAN, B., RUGGLES, A.: "Traditional painting varnishes project: preliminary report on natural and artificial aging and a note on the preparation of cross-sections". En: Firnis: Material, Ästhetik, Geschichte: Internationales Kolloquium Braunschweig, 15-17 Juni 1998. AdR-Schriftenreihe zur Restaurierung und Grabungstechnik. 1999, pp. 110-127.
2. CARLYLE, L.: "From dead-colouring to finishing: British 18th- and 19th-century oil painting applications as discussed in contemporary oil painting instruction books". En: The articulate surface: dialogues on paintings between conservators, curators and art historians. Humanities Research Centre monograph series, nº 10. Australian National University. Humanities Research Centre. 1996, pp. 103-116.

3. CARLYLE, L., BOURDEAU, J.: Varnishes, authenticity and permanence: workshop handbook. Canadian Conservation Institute. Canada: September 20-21, 1994. pp. 11, 18-19.
4. HILL, A. E., FOURRIER, T., ANDERSON, J., ATHANASSIOU, A., WHITEHEAD, C.: "Measurement of the light absorption length of 308 nm pulsed laser light in artificially aged varnishes". En: 12th Triennial Meeting, Lyon, 29 August-3 September 1999: Preprints (ICOM Committee for Conservation). Earthscan Ltd.:1999, pp. 299-303.
5. LAVÉDRINE, B., SUSBIELLES, J-M.: "Etude des vernis des négatifs sur plaques de verre" ("The study of varnishes on glass negatives"). En: Support trace, n° 2, 2002, pp. 25-32.
6. MASSCHELEIN-KLEINER, L.: Ancient Binding Media, varnishes and adhesives. Rome: 1985, International Centre for the Study of the Preservation and Restoration of Cultural Property (ICCROM), Technical Notes Series, p.70.
7. MASSCHELEIN-KLEINER, L.: Cours de conservation. Vol.1: Liants, vernis et adhesives anciens. Institut Royal du Patrimoine Artistique, Bruxelles: 1983, p.84.
8. O'MALLEY, M.: "Review of samples from the 1994 CCI Workshop "Varnishes: Authenticity and Permanence" after 15 years of natural ageing". En: Journal of the Canadian Association for Conservation = Journal de l'Association canadienne pour la conservation et la restauration, n° 35, 2010, pp. 3-8.
9. PETIT, J., ROIRE, J., VALOT, H.: "Sandarac". En: Des liants et des couleurs pour servir aux artistes peintres et aux restaurateurs. Erec éditeur, 1995, pp. 325-326.
10. ŠTEFCOVÁ, P.: "Povrchové úpravy rezonančního dřeva houslí" (Surface finishing of violin resonance wood). En: Hudební nástroje (1964-1990) 26, n° 6, 1989, pp. 210-212.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS DE TÉCNICAS PICTÓRICAS

1. CARLYLE, L.: "Representing authentic surfaces for oil paintings: experiments with 18th- and 19th-century varnish recipes". En: Art of the past: sources and reconstructions: proceedings of the first symposium of the Art Technological Source Research study group. Archetype Publications Ltd. 2005, pp. 82-90.
2. CARLYLE, L., BINNIE, N., KAMINSKA, E., RUGGLES, A.: "The yellowing/bleaching of oil paintings and oil paint samples, including the effect of oil processing, driers and mediums on the colour of lead white paint". En: 13th Triennial Meeting, Rio de Janeiro, 22-27 September 2002: preprints ICOM. Earthscan Ltd. 2002, pp. 328-337.
3. 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. 558 y 586 (index).
4. CARLYLE, L., SOUTHALL, A.: "No short mechanic road to fame: the implications of certain artists' materials for the durability of British painting, 1770-1840". En: Robert Vernon's gift: British art for the nation, 1847. London: Tate Gallery, 1993, pp. 21-32.
5. CARLYLE, L.: "British nineteenth-century oil painting instruction books: a survey of their recommendations for vehicles, varnishes and methods of paint application". En: Preprints of the Contributions to the Brussels Congress, 3-7 September 1990. Cleaning,

- retouching and coatings. Technology and practice for Easel paintings and polychrome sculpture. London: pp.76-80.
6. FEARON, A.: "Copal resin and the practice of oil varnishing in the second half of 19th-century America". En: Architectural finishes in the built environment. Archetype Publications Ltd., 2009, pp. 105-112.
 7. GEIßLER, T.: "Kopalharze und Kopallacke: historische Einordnung, materialtechnische Klassifizierung" ("Copal resins and copal varnishes: historical classification, material classification"). En: Restauro: Forum für Restauratoren, Konservatoren und Denkmalpfleger 111, n° 1, 2005, pp. 34-43.
 8. HACKNEY, S., RIDGE, J., TOWNSEND, J.H.: "Pre-Raphaelite technique and its consequences". En: 13th triennial meeting, Rio de Janeiro, 22-27 September 2002: preprints, pp. 426-431.
 9. LEONARD, M., KHANDEKAR, N., CARR, D.W.: "Amber varnish" and Orazio Gentileschi's Lot and His Daughters". En: The Burlington magazine 43, n° 1174, 2001, pp. 4-10.
 10. LÓPEZ RODRÍGUEZ, M.C.: Resina copal y su inserción en nuevos aglutinantes para pintura. México: UNAM: Universidad Nacional Autónoma de México, Escuela Nacional de Artes Plásticas, 2010.
 11. SKOLNIK, H.: "The history of naval stores in coatings". En: Organic coatings: their origin and development: proceedings of the international symposium on the history of organic coatings, held 11-15 September 1989, Florida, USA. Elsevier Inc. 1990, pp. 15-20.
 12. SOUTHALL, A.: "Emulation and change: some materials and practices in British painting, 1750-1850". En: The articulate surface: dialogues on paintings between conservators, curators and art historians. Humanities Research Centre monograph series, n° 10. Australian National University. Humanities Research Centre: 1996, pp. 117-140.
 13. ŠTEFCOVÁ, P.: "Povrchové úpravy historického mobiliáře" (Historical furniture finishes). En: Státní restaurátorské ateliéry, 1990.
 14. TOWNSEND, J.H., RIDGE, J., CARLYLE, L.: "Cobalt blue, emerald green and rose madder in copal-based mediums as used by the Pre-Raphaelites. En: Art of the past: sources and reconstructions: proceedings of the first symposium of the Art Technological Source Research study group. Archetype Publications Ltd. 2005, pp. 60-68.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS DE TRATAMIENTOS DE RESTAURACIÓN

1. CALEY, T.: "Aspects of varnishes and the cleaning of oil paintings before 1700". En: Preprints of the Contributions to the Brussels Congress, 3-7 September 1990. Cleaning, retouching and coatings. Technology and practice for Easel paintings and polychrome sculpture. London: pp.70-72.
2. MASSA, V., SCICOLONE, G.: Le vernici per il restauro: I leganti. Florence: Nardini Editore, 1991.
3. ORDÓÑEZ, C., ORDÓÑEZ, L., ROTAECHE, M.M.: El mueble: su conservación y restauración. Editorial NEREA, 1997.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS DE ANÁLISIS Y ENSAYOS DE ENVEJECIMIENTO

1. ANDERSON, K.B.: "Resins and amber in sediments". En: *Encyclopedia of Sediments and Sedimentary Rocks*. G.V. Middleton (Ed.). Kluwer Academic Publishers. 2003, p. 563.
2. ANDERSON, K.B.: "New evidence concerning the structure, composition, and maturation of Class I (Polylabdanoid) resinites". En: *ACS Symposium Series* (Edited by: Anderson KB, Crelling JC). Washington: ACS 1995, 617:105–129.
3. ANDERSON, K.B, WINANS, R.E., BOTTO, R.E.: "The nature and fate of natural resins in the Geosphere-II. Identification, classification, and nomenclature of resinites". En: *Organic Geochemistry*. 1992, 18(6), pp. 829–41.
4. ANDERSON, K.B., WINANS, R.E.: "The nature and fate of natural resins in the Geosphere-I. Evaluation of pyrolysis-gas chromatography/mass spectrometry for the analysis of natural resins and resinites". En: *Analytical Chemistry*. 1991, 63 (24), pp. 2901–2908.
5. ARTIOLI, G.: *Scientific methods and cultural heritage: an introduction to the application of materials science to archaeometry and conservation science*. USA: Oxford University Press, 2010, pp. 370-384.
6. CARLYLE, L., BINNIE, N., KAMINSKA, E., RUGGLES, A.: "The yellowing/bleaching of oil paintings and oil paint samples, including the effect of oil processing, driers and mediums on the colour of lead white paint". En: *13th triennial meeting, Rio de Janeiro, 22-27 September 2002: preprints*. Vontobel, Roy (Editor). Earthscan Ltd. (2002), pp. 328-337.
7. CARTONI, G., RUSSO, M.V., SPINELLI, F., TALARICO, F.: "GC-MS Characterisation and Identification of Natural Terpenic Resins Employed in Works of Art". En: *Annali di Chimica*. 2004, vol. 94, n° 11, pp. 767-782.
8. CLIFFORD, D.J., HATCHER, P.G., BOTTO, R.E., MUNTEAN, J.V., ANDERSON, K.B.: "The nature and fate of natural resins in the geosphere. IX: Structure and maturation similarities of soluble and insoluble polylabdanoids isolated from Tertiary Class I resinites". En: *Organic Geochemistry*, 1999, vol. 30, n° 7, pp.635-650.
9. CLIFFORD, D.J., HATCHER, P.G.: "Structural transformations of polylabdanoid resinites during maturation". En: *Organic Geochemistry*, 1995, vol. 23, n° 5, pp.407-418.
10. COLOMBINI, M.P., MODUGNO, F., SCALARONE, D., CHIANTORE, O.: *Organic Mass Spectrometry in Art and Archeology*. UK: 2009, John Wiley & Sons, Ltd. pp.12-19, 335-336.
11. CHIAVARI, G., MONTALBANI, S., OTERO, V.: "Characterisation of varnishes used in violins by pyrolysis-gas chromatography/mass spectrometry". En: *Rapid Communications in Mass Spectrometry*. 2008, vol. 22, n° 23, pp. 3711–3718.
12. CHIAVARI, G., FABBRI, D., PRATI, S.: "Characterisation of natural resins by pyrolysis-Silylation". En: *Chromatographia*. 2002, vol. 55, n° 9-10, pp. 611-616.
13. CHIAVARI, G., FABBRI, D., MAZZEO, R., BOCCHINI, P., GALLETTI, G.C.: "Pyrolysis gas chromatography-mass spectrometry of natural resins used for artistic objects". En: *Chromatographia*. 1995, vol. 41, n° 5-6, pp. 273-281.

14. DOMÉNECH, M.T., KUCKOVA, S., DE LA CRUZ-CAÑIZARES, J., OSETE-CORTINA, L.: "Study of the influencing effect of pigments on the photoageing of terpenoid resins used as pictorial media". En: *Journal of chromatography A*, 1121, 2006, pp. 248-258.
15. FRANCÉN, R.: "Transparent ytbehandling på möbler" (Transparent finishes on furniture: documentation and identification). En: Thesis. Göteborgs Universitet. Institutionen för Kulturvård, Göteborg, Sweden. 1989.
16. GRIMALDI, D.A., SHEDRINSKY, A., ROSS, A., BAER, N.S.: "Forgeries of fossils in "amber": history, identification, and case studies". En: *Curator* 37, n° 4. 1994, pp. 251-274.
17. GUILIANO, M., ASIA, L., ONORATINI, G., MILLE, G.: "Applications of diamond crystal ATR FTIR spectroscopy to the characterization of ambers". En: *Spectrochimica acta. Part A, Molecular and biomolecular spectroscopy* 67, n° 5, 2007, pp. 1407-1411.
18. HEESTERS, R., VAN KEULEN, H., ROELOFS, W.G.T.: "Natural resins, artificially aged in steps". En: *Contributions to conservation: research in conservation at the Netherlands Institute for Cultural Heritage (ICN)*. Editors. Earthscan Ltd., 2002, pp. 55-63.
19. JONES, E.H.: "The effect of aging and re-forming on the ease of solubility of certain resins". En: *Recent advances in conservation: contributions to the IIC Rome Conference, 1961*. Thomson, Garry (Editor). Butterworth & Co. (Publishers) Ltd. 1963, pp. 79-83.
20. KOPECKÁ, I.: "Stanovení přírodních pryskyřic pyrolýzní plynovou chromatografi" (Identification of natural resin using pyrolysis gas chromatography). En: *Sborník Vysoké školy chemicko-technologické Praha a Státních restaurátorských ateliérů Praha. Vysoká škola chemicko-technologika v Praze*. 1993, pp. 22-38.
21. LAMBERT, J.B., TSAI, C.Y.H., SHAH, M.C., HURTLEY, A.E., SANTIAGO-BLAY, J.A.: "Distinguishing amber and copal classes by proton magnetic resonance spectroscopy". En: *Archaeometry*. University of Oxford. 2011.
22. LAMBERT, J.B., SANTIAGO-BLAY, J., ANDERSON, K.B.: *Chemical Signatures of Fossilized Resins and Recent Plant Exudates*. *Angewandte Chemie*. 2008.
23. MARTIN, J.S.: "Microscopic examination and analysis of the structure and composition of paint and varnish layer". En: *Proceedings Painted wood: history and conservation*. The Getty Conservation Institute. Virginia: November 1994. pp. 64-79.
24. MILLS, J.S., WERNER, A.E.: "Paper chromatography of natural resins". En: *Nature*. 1952, vol.169, pp. 1064.
25. NEVIN, A., COMELLI, D., VALENTINI, G., CUBEDDU, R.: "Total synchronous fluorescence spectroscopy combined with multivariate analysis: method for the classification of selected resins, oils, and protein-based media used in paintings". En: *Analytical chemistry*. 2009, vol. 81, n° 5, pp. 1784-1791.
26. NISSENBAUM, A., YAKIR, D., LANGENHEIM, J.H.: "Bulk carbon, oxygen, and hydrogen stable isotope composition of recent resins from amber-producing *Hymenaea*". En: *Naturwissenschaften*. 2005, vol. 92, n° 1, pp. 26-9.
27. ORIŇÁK, A., ORIŇÁKOVÁ, R., ARLINGHAUS, H.F., VERING, G., HELLWEG, S.: "Post-chromatographic TOF-SIMS identification of diterpenes". En: *Surface and Interface Analysis*. 2006, vol. 38, n° 4, pp. 599-603.
28. OSETE-CORTINA, L., DOMÉNECH-CARBÓ, M.T.: "Analytical characterization of diterpenoid resins present in pictorial varnishes using pyrolysis-gas

- chromatography-mass spectrometry with online trimethylsilylation". En: *Journal of Chromatography A*. 2005, vol. 1065, n° 2, pp. 265-278.
29. PRATI, S., SCIUTTO, G., MAZZEO, R., TORRI, C., FABBRI, D.: "Application of ATR-far-infrared spectroscopy to the analysis of natural resins". En: *Analytical and Bioanalytical Chemistry*. 2011, vol. 399, n° 9, pp. 3081-3091.
 30. -REGERT, M., DEVIÈSE, T., LE-HÔ, A.-S., ROUGEULLE, A.: "Reconstructing ancient Yemeni commercial routes during the Middle Ages using structural characterization of terpenoid resins". En: *Archaeometry* 50, n° 4, 2008, pp. 668-695.
 31. REGERT, M., DEVIÈSE, T., ROUGEULLE, A.: "Structural characterisation of archaeological resins using mass spectrometric and chromatographic procedures". En: *MaSC Meeting*, Van Gogh Museum. Amsterdam, The Netherlands: 9-10 September 2005.
 32. RIZZO, A., ARSLANOGLU, J., MAZUREK, J., SCHILLING, M., SCHÖNEMANN, A.: "An Analytical Study of Chemical Components in Replicas of 18th Century Oil-copal Varnishes". En: *MaSC Meeting*, Philadelphia Museum of Art, 14-15 September 2007.
 33. ROMERO-NOGUERA, J., LÓPEZ, M. M., BOLÍVAR-GALIANO, F.C., MARTÍN-SÁNCHEZ, I.: "Deterioro fúngico del copal de Manila: estudio químico (GC-MS) y visual". En: *XVII Congreso de Conservación y Restauración de Bienes Culturales*. vol.1. Castellón, Vila-real, Burriana: 20-22 noviembre 2008. pp. 117-120.
 34. SCALARONE, D., LAZZARI, M., CHIANTORE, O.: "Ageing behavior and analytical pyrolysis characterization of diterpenic resins used as art materials: Manila copal and sandarac". En: *Journal of Analytical and Applied Pyrolysis*. 2003, 68-69, pp. 115-136.
 35. SCALARONE, D., VAN DER HORST, J., BOON, J.J., CHIANTORE, O.: "Direct-temperature mass spectrometric detection of volatile terpenoids and natural terpenoid polymers in fresh and artificially aged resins". En: *Journal of Mass Spectrometry*. 2003, vol. 38, n° 6, pp. 607-617.
 36. SHEDRINSKY, A.M., WAMPLER, T.P., BAER, N.S.: "The identification of dammar, mastic, sandarac and copals by pyrolysis gas chromatography". En: *Wiener Berichte über Naturwissenschaft in der Kunst* 4-5. 1987-88, pp. 12-23.
 37. STACEY, R.J., CARTWRIGHT, C.R., MCEWAN, C.: "Chemical characterization of ancient Mesoamerican "copal" resins: preliminary results". En: *Archaeometry*, 48, n° 2, 2006, pp. 323-340.
 38. STUART, B.H.: "Copals". En: *Analytical Techniques in Materials Conservation*. 2007, John Wiley & Sons, Ltd. pp. 12-13, 81, 121, 148, 152, 277, 322.
 39. TAKEDA, E.: "Report on UV-fluorescence reaction and ageing of natural resin varnish used for oil paintings". En: *Bunkazai Hozon Shufuku Gakkai shi: kobunkazai no kagaku*, n° 54, 2009, pp. 66-83.
 40. UMEKAR, M.J., YEOLE, P.G.: "Characterization and evaluation of natural copal gum-resin as film forming material". En: *International Journal of Green Pharmacy*. 2008, vol. 2, n° 1, pp. 37-42.
 41. VAN DEN BERG, K.J., OSSEBAAR, J., VAN KEULEN, H.: "Analysis of copal resins in 19th century oil paints and resin/oil varnishes". En: *Art 2002: 7th International Conference on Non-destructive Testing and Microanalysis for the Diagnostics and Conservation of the Cultural and Environmental Heritage*. Belgium: University of Antwerp: 2002.

42. VAN DER BERG, K.J., VAN DER HORST, J., BOON, J.J.: "Recognition of copals in aged resin/oil paints and varnishes". En: Preprints ICOM 12th Triennial Meeting Lyon. London: James&James, 29 August-3 September 1999, vol. 2, pp. 855-861.
43. WILLIAMS, R.: "The chemical examination of certain gums and resins". En: The chemical news. 1888, vol. 58, pp. 224-225.
44. WINKLER, W., KIRCHNER, E.CH., ASENBAUM, A., MUSSO, M.: "A Raman spectroscopic approach to the maturation process of fossil resins". En: Journal of Raman Spectroscopy. 2001, vol. 32, n° 1, pp. 59-63.
45. ZINKEL, D.F., ZANK, L.C., WESLOLOWSKI, M.F.: Diterpene resin acids. A compilation of infrared, mass nuclear magnetic resonance ultraviolet spectra and gas chromatographic retention data (of methyl esters). U.S.: Department of Agriculture 1971.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS DE TOXICIDAD

1. LÓPEZ ROMÁN, A.: "Prevención de riesgos laborales en la investigación e intervención en patrimonio histórico". Sevilla. Junta de Andalucía. Consejería de Cultura (Sevilla), 2000.

REFERENCIAS WEB

1. BENAVIDES, A., HERNÁNDEZ, R.E.M., RAMÍREZ, H., SANDOVAL, A.: Tratado de botánica económica moderna. Tesis. 2010. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Buenavista, México. Disponible en: <http://www.uaaan.mx/DGA/public/BotanicaEcon2010.pdf>
2. MILLS, J.S., WHITE, R.: "Natural resins of art and archaeology, their sources, chemistry and identification". En: IIC Studies in Conservation. 1977, vol.22, pp.12-31. Disponible en: <http://www.jstor.org/stable/1505670>

REFERENCIAS WEB DE TRATAMIENTOS DE ANÁLISIS Y ENSAYOS DE ENVEJECIMIENTO

1. ANDERSON, K.B., MUNTEAN, J.V.: "The nature and fate of natural resins in the geosphere. Part X. Structural characteristics of the macromolecular constituents of modern Dammar resin and Class II ambers". En: Geochemical Transactions. 2000, vol. 1, n° 1. Disponible en: <http://www.springerlink.com/content/k555r2r034233158/fulltext.pdf>
2. DERRICK, M.R., STULIK, D.C., LANDRY, J.M.: Infrared Spectroscopy in Conservation Science. Los Ángeles: The Getty Conservation Institute. 1999. pp. 103-107, 187. Disponible en: http://www.getty.edu/conservation/publications_resources/pdf_publications/infrared_spectroscopy.pdf

3. DERRICK, M.R., STULIK, D.C., LANDRY, J.M., BOUFFARD, S.P.: "Furniture finish layer identification by infrared linear mapping microspectroscopy". En: Journal of the American Institute for Conservation. 1992, vol. 31, nº 2, pp. 225-236. Disponible en: <http://www.jstor.org/stable/3179494>
4. DERRICK, M.R.: "Fourier Transform Infrared spectral analysis of natural resins used in furniture finishes". En: Journal of the American Institute for Conservation. 1989, vol. 28, nº 1, pp. 43-56. Disponible en: <http://www.jstor.org/stable/3179466>
5. FAO: "Hard Resins: Copal". En: Non-Wood Forest Products 6: Gums, resins and latexes of plant origin. 1995. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/v9236e/V9236e07.htm>
6. PERIS, J.: "Copal de Manila". En: 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. 48-62. Disponible en: <http://www.tesisymonografias.net/Juan-Peris-Vicente/1/>
7. ROMERO-NOGUERA, J.: "Copal de manila" y "Kauri". En: Biodeterioro fúngico y bacteriano de resinas terpénicas utilizadas en pintura y otras artes plásticas. Tesis doctoral. España: Universidad de Granada, 2007. Disponible en: <http://hera.ugr.es/tesisugr/16790819.pdf>
8. THEODORAKOPOULOS, C.: The Excimer Laser Ablation of Picture Varnishes. An evaluation with reference to light-induced deterioration. Tesis. London: Royal College of Art, 2005. Disponible en: <http://www-old.amolf.nl/publications/theses/theodorakopoulos/T-273.pdf>
9. VAN DEN BERG, K.J., VAN DER HORST, J.: "Resin macromolecules". En: A multidisciplinary Nwo Prioriteit Project on Molecular Aspects of Ageing in Painted Works of Art. Final report and highlights. 1995-2002. Amsterdam: FOM Institute Amolf, 2003, pp. 30-32. Disponible en: [http://www.nwo.nl/files/nsf/pages/NWOP_62WDAG/\\$file/molart%20eindverslag.pdf](http://www.nwo.nl/files/nsf/pages/NWOP_62WDAG/$file/molart%20eindverslag.pdf)
10. VÁVRA, N.: "The Chemistry of Amber-Facts, Findings and Opinions". En: Annalen des Naturhistorischen Museums in Wien 111 A. 2008, pp. 445-474. Disponible en: http://verlag.nhm-wien.ac.at/pdfs/111A_445474_Vavra.pdf

REFERENCIAS WEB DE TOXICIDAD

1. GUPTA, S., MCCANN, M., HARRISON, J.: "Health Hazards in the Arts and Crafts". En: Leonardo. 1991, vol. 24, nº 5, pp. 569-572. Disponible en: <http://www.jstor.org/stable/info/1575662>.
2. U.S. Department of Health Human Services: Environmental Health and Toxicology: <http://sis.nlm.nih.gov/enviro/arthazards.html>.