

Contenedores cerámicos del naufragio del *San Diego* y su estudio arqueométrico en un mundo global: el Galeón de Manila en el año 1600

Ceramic containers from the *San Diego* shipwreck and their archaeometric study in a global world: The Manila Galleon in 1600 AD

Manuel García-Heras¹

Alejandro Pinilla²

Fernando Agua³

Susana García-Ramírez⁴

M^a Ángeles Villegas⁵

DOI: 10.32870/mycp.v14i42.950

Resumen

Este artículo presenta el estudio arqueométrico de un conjunto de contenedores cerámicos recuperados en el pecio del galeón *San Diego* que se hundió en 1600 en la costa filipina cuando iniciaba su viaje como *Galeón de Manila*. Aunque por criterios tipológicos se habían atribuido orígenes asiáticos, españoles o novohispanos a los contenedores, estas procedencias todavía no se habían demostrado con técnicas arqueométricas. La aplicación de estas técnicas para determinar su tecnología de producción y procedencia reveló dos tecnologías distintas: gres del sudeste asiático con hasta seis orígenes diferentes y loza española del valle del Guadalquivir. Estos datos establecen con mayor precisión la procedencia de las mercancías asiáticas comerciadas por el *Galeón de Manila* hacia Nueva España y Europa entre fines del siglo XVI y principios del siglo XVII.

Abstract

This article presents the archaeometric study of a set of ceramic containers recovered from the wreck of the *San Diego* galleon, which sank off in 1600 in the Philippine coast as it began its voyage as the *Manila Galleon*. Although Asian, Spanish, or New Spanish origins have been attributed to such containers based on typological criteria, they had not yet been demonstrated using archaeometric techniques. The application of these techniques to determine their technology of production and provenance revealed two distinct technologies: Southeast Asian stoneware from up to six different origins, and Spanish earthenware from the Guadalquivir Valley. These data establish with higher precision the provenance of Southeast Asian goods traded by the *Manila Galleon* to New Spain and Europe between the late 16th and early 17th centuries AD.

Palabras clave: cerámicas, Galeón de Manila, siglo XVII, arqueometría, globalización.

Keywords: Ceramics, Manila Galleon, 17th century AD, Archaeometry, Globalization.

Artículo recibido el 16 de diciembre de 2024 y dictaminado el 15 de marzo de 2025

1. Instituto de Historia, IH-CSIC. Calle Albasanz, 26-28. 28037 Madrid, España. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4468-2694> Correo electrónico: manuel.gheras@cchs.csic.es
2. Instituto de Historia, IH-CSIC. Calle Albasanz, 26-28. 28037 Madrid, España. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9386-1907> Correo electrónico: alejandro.pinilla@cchs.csic.es
3. Instituto de Historia, IH-CSIC. Calle Albasanz, 26-28. 28037 Madrid, España. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6868-8521> Correo electrónico: fernando.agua@cchs.csic.es
4. Museo Naval, Ministerio de Defensa. Paseo del Prado, 5. 28014 Madrid, España. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2525-2215> Correo electrónico: susanagarcia.ram@gmail.com
5. Instituto de Historia, IH-CSIC. Calle Albasanz, 26-28. 28037 Madrid, España. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9727-5478> Correo electrónico: mariangeles.villegas@cchs.csic.es



Introducción

A finales del siglo XX, en aguas próximas a Manila se halló a unos 50 metros de profundidad el pecio del galeón *San Diego*, uno de los célebres *Galeones de Manila* que la Corona española mantuvo en servicio desde las décadas finales del siglo XVI hasta comienzos del XIX, aproximadamente 250 años, para unir sus territorios asiáticos y americanos. El establecimiento de esta ruta comercial permitió afianzar los cimientos de la globalización que había iniciado la expedición Magallanes-Elcano, a partir de la cual Oriente y Occidente dejarían de ser mundos incomunicados y desconocidos, para comenzar un proceso de intercambios culturales, comerciales y migratorios que acabaría por transformar definitivamente la concepción del mundo (García-Ramírez, 2019, p. 19).

En este hito histórico, el archipiélago de San Lázaro, como entonces se denominó a las islas Filipinas, adquirió un papel fundamental, pues 40 años después del arribo de la armada magallánica, que llegó a Samar en marzo de 1521, se convirtió en puente entre Asia, América y Europa al constituirse en epicentro del *tornaviaje*, la ruta de retorno hacia América. Este trayecto, que fray Andrés de Urdaneta halló en 1565 al zarpar en la nao *San Pedro* desde la isla de Cebú hacia Japón, aprovechando la corriente de Kuroshio y navegar entre los 30° y los 39° hasta alcanzar las costas de California y, desde allí, el puerto de Acapulco el 8 de octubre de 1565,⁶ supuso el establecimiento de la ruta comercial que se conocería como del *Galeón de Manila*, *Galeón de Acapulco* o *Nao de China*. En los últimos años del siglo XVI y primeros del XVII, los oficiales reales del puerto de Acapulco identificaron a los navíos procedentes de Filipinas como *naos de China*, mientras que a lo largo del siglo XVII los oficiales reales utilizaron principalmente los términos más exactos *navíos* o *naos de Filipinas*, y con mucha menor frecuencia el término *galeón* (Oropeza, 2020, p. 84). Una vez establecida la ruta llegaron a Europa, a través de Cádiz y Sevilla, multitud de productos exóticos como especias, lacados, té, marfil, sedas o cerámicas procedentes de toda Asia que se reunían en Manila. A cambio, el *Galeón de*

6. Resulta significativo del proceso globalizador que acontecía en esos años, que la llegada de Urdaneta a Acapulco fuera precedida en dos meses por Alonso de Arellano, quien en la búsqueda de la ruta transpacífica de retorno a Nueva España, había arribado al puerto novohispano de la Navidad el 9 de agosto con el patache *San Lucas*, tras partir de Mindanao el 22 de abril (Landín Carrasco & Sánchez Masiá, 1991, p. 470; León Guerrero, 1998, p. 1035). En este sentido, no parece anecdótico que el piloto de la embarcación, Lope Martínez de Lagos, de origen portugués, fuera mulato (Oropeza, 2020, p. 74), pues su figura permite vislumbrar, a través de la microhistoria, la participación de grupos minoritarios en el proceso globalizador.

Manila se abastecía en Nueva España de la plata novohispana y peruana que precisaba la capitanía general de Filipinas y que era muy apreciada en China, dado que durante el gobierno de la dinastía Ming los impuestos se unificaron en un solo tributo que debía pagarse en plata (Botton, 2000, pp. 305-309).

De esta ruta son ahora testimonio los naufragios de los buques que no pudieron completar su misión entonces, pero que hoy proporcionan datos fundamentales sobre los barcos que la realizaron, desde los sistemas que se emplearon en su construcción, hasta la vida a bordo. Por ello, su estudio debe afrontarse desde un enfoque interdisciplinar, con el concurso tanto de fuentes documentales como de análisis de materiales, así como de perspectivas que van desde la arqueología hasta la historia de la navegación, pasando por la antropología o la historia. Así, se han realizado estudios específicos sobre la participación de los portugueses en el comercio del *Galeón de Manila* por su conocimiento de Asia (Miyata, 2016), la producción, comercio y adopción de la porcelana china por la sociedad colonial novohispana (Priyadarshini, 2018), o los pecios (Jago-on & Orillaneda, 2019).

El galeón *San Diego*, que iniciaba el viaje como *Galeón de Manila*, era un buque mercante perteneciente a comerciantes particulares, antes de ser requisado para la Armada, construido en la isla de Cebú hacia 1590, poco antes de que la Corona española dispusiera en 1593 que las naos que realizasen la ruta transpacífica estuvieran bajo su control, dado que la Corona consideraba el comercio privado como una amenaza a sus intereses (Oropeza, 2020, p. 76). Su naufragio se encuadra en la rivalidad por la hegemonía comercial mundial. Por un lado, entre España y Portugal, cuyas coronas había reunido Felipe II (1580-1640); y por otro, entre ingleses y holandeses, que ansiaban participar de este comercio. En este marco, la expedición del holandés Olivier van Noort, financiada por comerciantes de Rotterdam y de Ámsterdam de la *Magellaanse Compagnie*, partió de esta última ciudad con cuatro naves el 13 de septiembre de 1598 y llegó a Filipinas el 16 de octubre de 1600. Aunque las expediciones holandesas se organizaban a través de compañías comerciales, los objetivos finales no eran sólo mercantiles dado que iban equipadas militarmente para atacar emplazamientos españoles. Por lo tanto, estas expediciones hay que contemplarlas en el contexto de los corsarios neerlandeses que buscaban nuevas rutas de navegación para acceder al océano Pacífico por el estrecho de Magallanes y no depender de los conocimientos de otras naciones como la española, la portuguesa o la inglesa. De hecho, la expedición de van Noort llevó un piloto inglés que había navegado con Thomas Cavendish, el segundo inglés

que completó la circunnavegación del mundo, y algunos pilotos españoles que había apresado para que proporcionasen información sobre la navegación y las riquezas de la zona (Montañez, 2023, pp. 93-103).

Para salir al encuentro del enemigo, el galeón *San Diego* fue requisado y armado en muy poco tiempo junto con la galizabra *San Bartolomé* por orden de Antonio de Morga, presidente de la Audiencia, quien fue nombrado por el gobernador almirante de la flota (Retana, 1909, p. 340). El 14 de diciembre Morga localizó en las proximidades de la isla Fortuna a la flota de van Noort, formada entonces ya sólo por dos buques: el *Mauritius* y el *Eendracht*. El galeón *San Diego* pudo abordar al *Mauritius*, pero cuando intentaba volver a puerto, una vía de agua provocó su rápido hundimiento, mientras el *San Bartolomé*, al mando de Juan de Alceda, apresó al *Eendracht*. Como consecuencia de este combate, que se conoció como la *Jornada del holandés*, se evitó el ataque de van Noort a Manila, aunque a cambio perdieron la vida cerca de 400 hombres, entre ellos una gran parte de la dotación del *San Diego* compuesta por españoles, indígenas, japoneses y unos 60 oficiales pertenecientes a la nobleza española local.⁷

Los restos del pecio del *San Diego* se excavaron por Frank Goddio durante dos campañas de arqueología subacuática llevadas a cabo entre 1991 y 1993, lo cual permitió legar a la posteridad la mayor parte de su cargamento que actualmente se encuentra repartido entre el Museo Nacional de Filipinas (Manila), el Musée National des Arts Asiatiques-Guimet (París) y el Museo Naval (Madrid). En este último la mayoría de los materiales se exponen hoy en día en una sala monográfica. El hallazgo del galeón *San Diego* fue objeto en 1995 de una exposición temporal celebrada en la Fundación Central Hispano de Madrid (Desroches et al., 1995). Las mencionadas campañas de excavación arqueológica subacuática proporcionaron más de 5000 piezas, como utensilios de la vida a bordo, monedas, armas portátiles, artillería, joyas, vasijas y porcelana china, entre otras (Valdes, 1993). Una parte muy considerable de este cargamento, unas 800 piezas, estaba integrado por un conjunto de contenedores cerámicos de gran tamaño, algunos de hasta 350 litros de capacidad y con inscripciones incisas del taller o alfarero que los elaboró, de los posibles propietarios o de indicación de su contenido, procedentes de diferentes lu-

7. La secuencia del combate fue descrita por Antonio de Morga en *Sucesos de las Islas Filipinas* (Morga, 1609) y por Théodore de Bry para el diario que escribió Olivier van Noort (van Noort, 1612). Obviamente, cada una de las fuentes bajo perspectiva distinta: una española y otra neerlandesa.

gares del sudeste asiático y empleados principalmente para el transporte de alimentos y agua, así como de otros productos orientales.

Objetivos de la investigación

La mayor parte del cargamento recuperado del naufragio del galeón *San Diego* estaba compuesta principalmente por contenedores cerámicos que se utilizaban tanto para cargas de bastimentos o abastos para la tripulación, como para contener mercancías orientales para comerciar con Nueva España, y a su vez llevar productos novohispanos y europeos al continente asiático (Sales Colín, 2000; Caño & Lee, 2018). Es conveniente hacer un inciso en relación con el término “orientales”, ya que a comienzos del siglo XVII el archipiélago filipino se conocía como “Islas del Poniente” porque para alcanzarlo se navegaba de oriente a poniente (Oropeza, 2020, pp. 75-78). El cargamento incluía un notable conjunto de porcelanas chinas de Jingdezhen, así como de jarras, lámparas y grandes vasijas, en forma de tinaja, de distintos lugares del sudeste asiático, además de contenedores de vino y aceite de posible origen español o novohispano. Es probable que algunas de las grandes vasijas portaran también el popular “vino de cocos” para consumo de la tripulación asiática de las naos, al que ya se refirió Pigafetta en su célebre crónica de la primera vuelta al mundo (Pigafetta, 2019, p. 146), y cuyo consumo se documenta en Nueva España hacia 1600 (Machuca, 2018, p. 20). Mientras que la procedencia de la porcelana resulta un hecho comprobado por cuanto proviene mayoritariamente de los conocidos talleres de Jingdezhen y Zhangzhou localizados en el este de China y otros orígenes según apuntan trabajos recientes (Miyata, 2016; Priyadarshini, 2018); para el resto de contenedores se ha apuntado, siguiendo criterios morfo-tipológicos y decorativos, una procedencia tanto del sudeste asiático como española o novohispana, aunque estas procedencias todavía no se habían demostrado con técnicas arqueométricas. Por ello, era necesario emprender el estudio arqueométrico de las características tecnológicas y la procedencia de dichos contenedores cerámicos para conocer nuevos datos sobre la dirección de las rutas comerciales a finales del siglo XVI y principios del XVII, en un momento en el que las rutas desde Manila estaban dominadas mayoritariamente por comerciantes chinos (Cervera, 2020). Algunas de estas cuestiones pueden resolverse a través de la arqueometría, que es una disciplina que consiste en la aplicación de técnicas químico-físicas en la resolución de interrogantes históricos, y en el caso de materiales cerámicos permite estudiar

las materias primas que los constituyen, la tecnología de producción y su posible procedencia geográfica o, al menos, la diferenciación entre producciones de distinto origen a partir de su composición química y mineralógica.⁸

En este trabajo se presentan los resultados de un estudio arqueométrico realizado en una selección representativa de contenedores cerámicos recuperados del naufragio del galeón *San Diego* depositados en el Museo Naval de Madrid, con el objetivo principal de determinar su tecnología de producción y posible procedencia geográfica, para contribuir al conocimiento de las rutas comerciales del *Galeón de Manila* en un momento de globalización incipiente como es el cambio del siglo XVI al XVII. A pesar de que el naufragio de este galeón ha sido bastante estudiado, tanto desde una perspectiva histórica respecto al significado de las conexiones transpacíficas (Dizon, 2016), como de los distintos materiales recuperados (Valdes, 1993), todavía no es habitual la realización de estudios arqueométricos que aborden cuestiones relacionadas con la tecnología y la procedencia geográfica de las distintas producciones cerámicas que se embarcaban en los galeones. Por lo tanto, este tipo de estudios puede abrir una nueva vía de aproximación al estado de la cuestión de la ruta comercial, cultural y migratoria desarrollada por los *Galeones de Manila*.

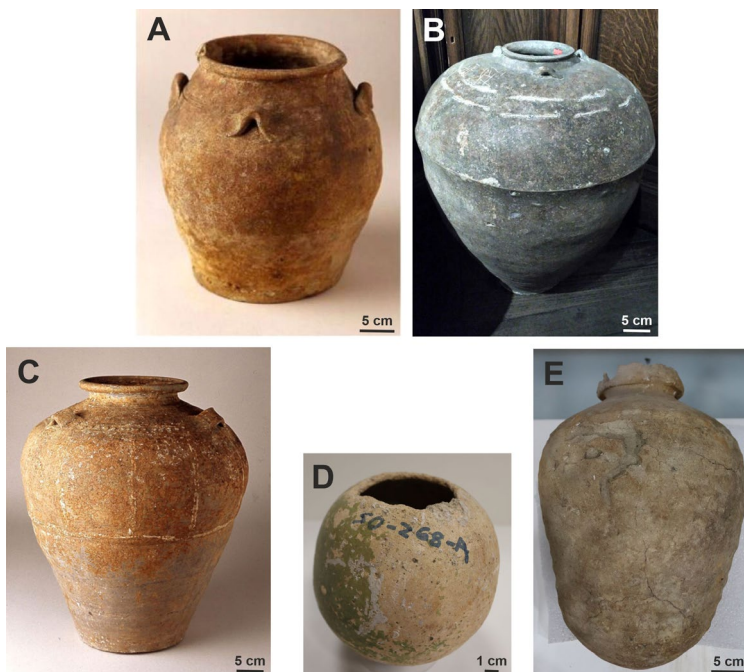
Materiales seleccionados y técnicas de observación y análisis

Para llevar a cabo este estudio se seleccionaron un total de 20 muestras cerámicas representativas de los distintos tipos de contenedores y en función de la disponibilidad de fragmentos desprendidos en el conjunto de materiales del Museo Naval de Madrid, dado que para las técnicas de análisis utilizadas fue necesario disponer de una pequeña cantidad de muestra. Así, siguiendo criterios morfo-tipológicos de posible proveniencia, se seleccionaron 11 muestras de vasijas de procedencia china (véase figura 1A); tres del reino de Siam en lo que son los territorios actuales de Tailandia, Camboya y Laos (figura 1B); cuatro de tipo Golfo de Martabán procedentes de Birmania en la actual Myanmar (figura 1C); dos españolas o novohispanas: de media arroba de aceite o aceitunas (figura 1D) y de una arroba de vino o perulera (figura 1E).

8. La disciplina conocida como arqueometría surgió en la década de 1950 en el *Research Laboratory for Archaeology and the History of Art* de la Universidad de Oxford (Reino Unido). Para más información véase García-Heras (2020).

Figura 1

Ejemplos de algunos de los contenedores cerámicos analizados



Propiedad: Museo Naval de Madrid (Madrid, España).

Nota: A) China. B) Siam. C) Birmania. D y E) España o Nueva España.

Las muestras cerámicas seleccionadas se analizaron mediante cinco técnicas de observación y análisis: lupa binocular, lámina delgada, fluorescencia de rayos X (FRX), difracción de rayos X (DRX) y microscopía electrónica de barrido de emisión de campo (MEBEC) con microanálisis de energía de dispersión de rayos X (EDS).

Se utilizó una lupa binocular MotiC SMZ 168 con una cámara digital MotiCam 2500 para la observación macroscópica de las muestras cerámicas. Las observaciones petrográficas mediante lámina delgada, obtenida a partir del corte de una sección del fragmento cerámico posteriormente pegada y pulida a un portamuestras de vidrio hasta un espesor aproximado de 30 μm , se llevaron a cabo con un microscopio de polarización Leica DM2700 P equipado con cámara digital Leica K3C y se efectuaron para determinar las características morfológicas y texturales de la matriz arcillosa y de sus inclu-

siones minerales. Los análisis de FRX se realizaron sobre muestra preparada en forma de perla fundida a partir de polvo molido con un equipo PANalytical Magi-X (tubo de rodio de 2,4 kW) y sirvieron para determinar la composición química elemental del material cerámico. Los datos de composición química se estudiaron posteriormente mediante la técnica estadística multivariante de análisis de componentes principales para evaluar posibles agrupaciones de los contenedores cerámicos estudiados según su perfil químico. Los análisis de DRX también se realizaron sobre muestra en polvo con un difractómetro Bruker D8 Advance (1.54060 Å y condiciones de trabajo de 40 kV y 40 mA, entre $2\theta = 5-60^\circ$, con paso de ángulo de $0,02^\circ$ y tiempo por paso de 2 s), y se efectuaron para determinar las fases mineralógicas presentes en los materiales cerámicos y estimar su posible temperatura de cocción. Por último, se realizaron observaciones mediante MEBEC sobre fracturas frescas y secciones pulidas recubiertas con una capa de carbono como medio conductor para observar la microestructura del material cerámico y de los esmaltes de la superficie, utilizando un equipo Hitachi S-4800 de cátodo frío y tensiones de aceleración de 15 kV. El analizador EDS acoplado al microscopio electrónico (sistema EDS Oxford X-Max de 20 mm²) se empleó a su vez para determinar la composición química de los vidriados de la superficie.

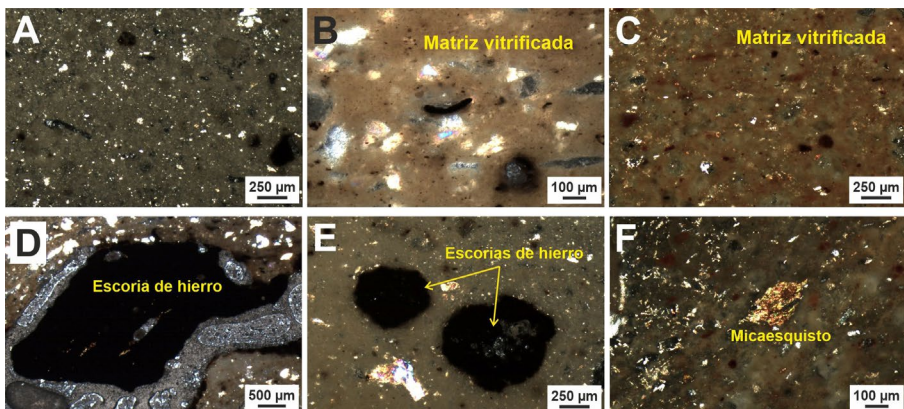
Resultados del estudio arqueométrico

Observación petrográfica mediante lámina delgada

Tanto la matriz como las inclusiones minerales presentes en ella mostraron las mismas características en la mayor parte de las cerámicas procedentes de China, Siam y Birmania, sin que la observación petrográfica permita establecer diferencias entre ellas. Las matrices son mayoritariamente de colores grises (figura 2A) y en menor número rojizas o marrones (figura 2B), lo que indica que en general estos contenedores se cocieron en atmósferas reductoras deficitarias en oxígeno, de ahí los colores grisáceos. Las matrices son escasamente birrefringentes y muestran un elevado grado de vitrificación (figura 2B). El tamaño medio de las inclusiones se sitúa en torno a los 300/400 μm y éstas se componen fundamentalmente de cristales de cuarzo de morfología redondeada y subredondeada, así como de abundantes óxidos de hierro de distintos tamaños y forma, generalmente diseminados por toda

la matriz (figuras 2A-B). Tanto la morfología como la dispersión de ambos tipos de inclusiones sugieren que ya estaban en el sedimento arcilloso utilizado en su elaboración y que no se añadieron de forma intencionada. En la matriz también se identificaron inclusiones de escorias de hierro que a veces sobrepasan 1 mm de tamaño (figuras 2D-E), que parecen haber sido añadidas al sedimento para reforzarlo, dado que en muchos casos sus contornos aparecen claramente delimitados respecto a la matriz (figura 2D). Por el contrario, en las dos cerámicas procedentes de España o Nueva España se observaron características distintivas. Las matrices eran calcáreas y también bastante vitrificadas, predominantemente oxidantes con colores rojizos y, aparte de cristales de cuarzo inferiores a 200 μm (figura 2C), se observaron también algunas inclusiones de mayor tamaño de fragmentos de rocas metamórficas como micaesquistos (figura 2F). La presencia de micaesquistos metamórficos en matrices calcáreas resulta compatible con las características geológicas de arcillas de la cuenca del río Guadalquivir en España (Fantuzzi & Cau Ontiveros, 2019, p. 6789; Molinero-García et al., 2022, p. 2), una región en la que se produjeron masivamente vasijas para vino y aceite a partir del siglo XVI (Hernando Garrido, 2013), por lo que debe descartarse un origen novohispano para este tipo de contenedores.

Figura 2
Imágenes de lámina delgada con nícoles cruzados



Fuente: elaboración propia.

Nota: A, D) Muestra SD-06a, China. B, E) Muestra SD-09, China. C, F) Muestra SD-15, España.

Composición química y análisis estadístico

En la tabla 1 se ofrecen los resultados de la composición química elemental de 18 de las 20 cerámicas estudiadas. Se desecharon dos muestras: la SD-06b debido a que estaba contaminada con escayola utilizada como material de reintegración, y la SD-14b debido a que era muy heterogénea.

Tabla 1
Resultados del análisis mediante FRX en % en peso

Muestra	Origen tipológico	Na ₂ O	MgO	Al ₂ O ₃	SiO ₂	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	TiO ₂	MnO	Fe ₂ O ₃	CuO	PbO
SD-01	Siam	0,25	0,99	17,10	72,91	0,07	1,66	0,52	0,88	0,07	5,55	---	---
SD-02a	China	0,21	1,33	19,99	71,37	0,05	1,99	0,34	0,71	0,01	4,01	---	---
SD-03	China	0,26	1,11	18,62	72,76	0,07	1,79	0,29	0,82	0,01	4,26	---	---
SD-04	China	0,01	0,52	19,72	74,16	0,05	1,95	0,01	1,29	0,01	2,27	---	---
SD-05	China	0,95	0,22	23,39	67,23	0,01	5,66	0,01	0,01	0,10	2,42	---	---
SD-06a	China	0,55	0,27	24,57	65,66	0,04	5,04	0,21	0,50	0,16	2,99	---	---
SD-07	Birmania	0,26	0,45	21,86	69,34	0,08	1,94	0,01	1,06	0,01	4,99	---	---
SD-08	Siam	0,25	1,47	17,99	72,78	0,08	1,19	0,63	0,89	0,10	4,60	---	---
SD-09	China	0,17	0,87	22,18	69,51	0,05	2,00	0,22	1,04	0,01	3,96	---	---
SD-10a	China	0,26	0,80	21,67	70,45	0,01	1,94	0,22	0,87	0,01	3,76	---	---
SD-10b	China	0,30	0,74	20,32	72,31	0,05	1,83	0,16	0,83	0,01	3,44	---	---
SD-11	China	0,22	0,52	22,02	68,00	0,07	2,50	0,36	0,77	0,01	5,53	---	---
SD-12	Siam	0,34	0,78	20,54	69,59	0,13	2,61	0,43	0,79	0,04	4,76	---	---
SD-13a	Birmania	0,26	0,75	19,88	68,24	0,04	2,74	0,01	1,36	0,01	6,71	---	---
SD-13b	Birmania	0,26	0,22	20,77	72,56	0,05	2,81	0,36	0,68	0,09	2,19	---	---
SD-14a	China	0,26	1,61	19,45	71,14	0,06	1,77	0,24	0,82	0,01	4,64	---	---
SD-15	España	1,27	16,80	15,40	41,19	0,34	0,71	16,05	0,88	0,07	5,78	0,13	1,30
SD-16	España	0,92	5,31	20,44	49,89	0,23	1,26	8,13	2,74	0,06	11,02	---	---

Fuente: elaboración propia.

Nota: --- no detectado. Los colores se corresponden con las agrupaciones de la figura 3.

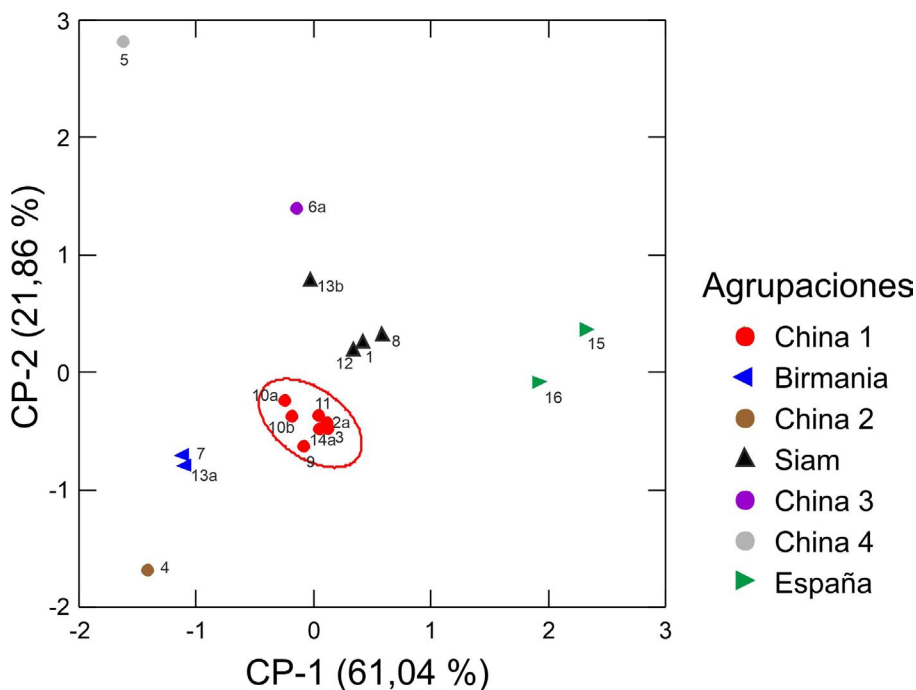
Como en los resultados de lámina delgada, las cerámicas procedentes de China, Siam y Birmania mostraron también una composición química netamente diferenciada de las cerámicas compatibles con un origen español. En el primer caso, las cerámicas asiáticas presentaron concentraciones bastante elevadas de óxidos de aluminio (Al_2O_3) y de silicio (SiO_2), lo cual las hace altamente refractarias y por consiguiente muy resistentes, tanto mecánica como térmicamente. En el segundo caso, las cerámicas de origen español pueden considerarse cerámicas calcáreas y poco refractarias, debido a que presentan contenidos de óxido de calcio (CaO) superiores a 5% en peso y los porcentajes de óxidos de aluminio y de silicio son muy inferiores respecto a las asiáticas. Otro óxido que las diferencia es el de magnesio (MgO), muy superior en las españolas, sobre todo en la muestra SD-15 (16,80% en peso), aunque este porcentaje tan elevado se debe en parte a un fenómeno de alteración marina como se verá más adelante.

El análisis estadístico de cálculo de componentes principales se llevó a cabo con una matriz de varianza-covarianza a partir de la transformación logarítmica en base 10 (Bishop & Neff, 1989) de los datos de la tabla 1 de las concentraciones de 10 de los óxidos, es decir, todos menos los óxidos de cobre (CuO) y de plomo (PbO). En la figura 3 se proyecta la puntuación de las muestras en los dos primeros componentes que explican el 82,90% de la variación total de los datos. El primer componente explica un 61,04% de la variación y con él se correlacionan positivamente los óxidos de calcio (CaO), de magnesio (MgO) y de sodio (Na_2O), mientras que de forma negativa lo hacen los óxidos de potasio (K_2O), de silicio (SiO_2) y de aluminio (Al_2O_3). El segundo componente explica el 21,86% de la variación y los óxidos con correlación positiva son los de manganeso (MnO), de sodio (Na_2O) y de potasio (K_2O), y los que muestran correlación negativa son los óxidos de titanio (TiO_2), de magnesio (MgO) y de fósforo (P_2O_5). Las muestras se clasifican en siete claras agrupaciones que reflejan bien las posibles procedencias. Hay un grupo principal compuesto por siete muestras de China (Grupo China 1) muy homogéneo como indica la elipse de 95% de confianza (figura 3), así como otras tres muestras separadas tanto de este grupo como del resto de los grupos con sólo una muestra cada uno: grupos China 2, China 3 y China 4. Asimismo, las muestras de Birmania, excepto la muestra SD-13b que está más cerca del grupo de muestras de Siam, se agrupan juntas y separadas del resto de las muestras tanto de China como de Siam y España. Lo mismo ocurre con las muestras de

Siam y con las muestras de España respecto al resto de las cerámicas, esto es, aparecen separadas del resto. En términos de procedencia, los datos indican que los contenedores cerámicos se separan claramente según su composición química, lo cual confirma que las cerámicas estudiadas proceden de al menos cuatro zonas diferenciadas: China, Birmania, Siam y España. Además, los datos también permiten determinar que los contenedores chinos muestran más de un origen, concretamente hasta cuatro procedencias distintas, aunque la mayoría de cerámicas pertenecen a una sola agrupación: el grupo China 1, ya que los otros tres grupos están representados sólo por una muestra.

Figura 3

Proyección de la puntuación de las muestras
en los dos primeros componentes



Fuente: elaboración propia.

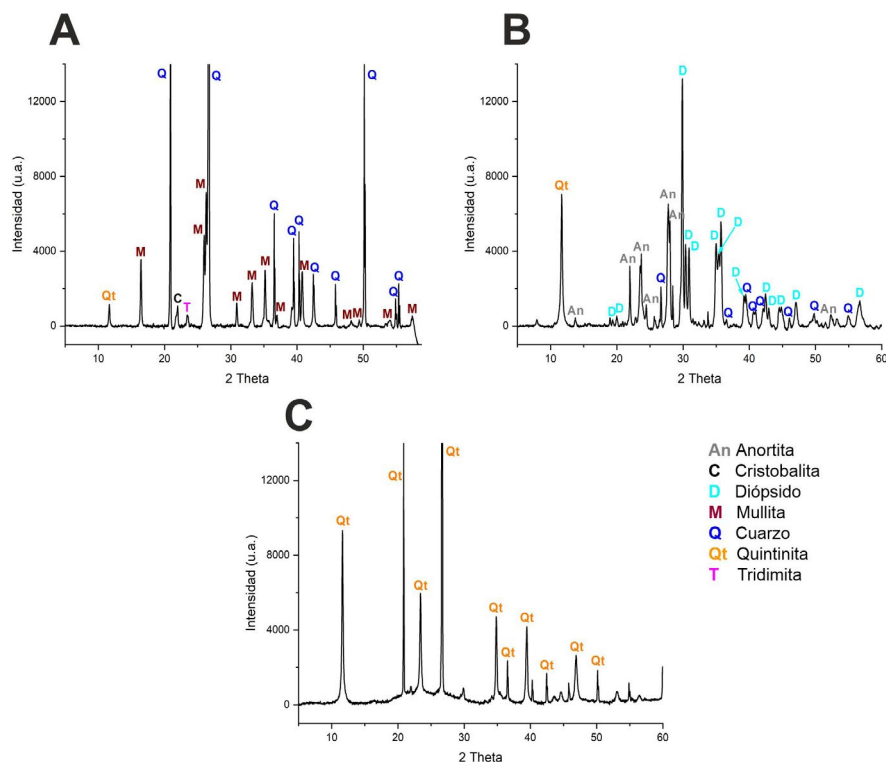
Nota: la elipse representa 95% de confianza de pertenencia al grupo.

Temperaturas de cocción estimada y observación de la microestructura

Los resultados del análisis por DRX realizados en el cuerpo cerámico de los contenedores mostraron, junto a la presencia de cuarzo en todos ellos, dos agrupaciones de fases minerales de alta temperatura. Una compuesta por las fases mullita, cristobalita y tridimita (figura 4A); y otra por las fases anortita y diópsido (figura 4B). La primera agrupación coincide con las cerámicas del sudeste asiático, caracterizadas por ser muy refractarias y tener elevados contenidos de óxidos de aluminio (Al_2O_3) y de silicio (SiO_2), mientras que la segunda coincide con las cerámicas compatibles geológicamente con un origen español, caracterizadas por ser muy calcáreas y tener elevadas concentraciones de óxidos de calcio (CaO) y de magnesio (MgO).

Las fases de la primera agrupación son producto de la conducta térmica de arcillas caoliníticas a alta temperatura en las que la mullita comienza su formación entre 950 y 1000° C y aparece bien cristalizada si la temperatura se mantiene entre 1000 y 1100° C. Asimismo, desde 870° C el cuarzo alfa se transforma en tridimita, la cual a su vez se va transformando en cristobalita a partir de 1200 o 1250° C (Rice, 2015, p. 115). Por lo tanto, a partir de la presencia de estas tres fases la temperatura de cocción estimada de los contenedores cerámicos del sudeste asiático puede situarse entre aproximadamente 1200 y 1250° C, sin que puedan hacerse distinciones entre cerámicas procedentes de China, Birmania o Siam en función de su temperatura de cocción. Por el contrario, las fases de la segunda agrupación son producto de la conducta térmica de arcillas calcáreas a alta temperatura en las que se forma diópsido a partir de 850-900° C cuando hay compuestos de calcio y magnesio. Asimismo, la anortita es una fase estable que se forma a temperaturas superiores a 1100° C (Maggetti, 1982, p. 128; Rice, 2015, p. 115). Por lo tanto, a partir de la presencia de estas dos fases la temperatura de cocción estimada de los contenedores cerámicos españoles puede situarse entre aproximadamente 1100 y 1150° C, una temperatura ligeramente inferior a la de los contenedores asiáticos. En ambas agrupaciones se identifica la fase quintinita, que es un hidroxicarbonato de aluminio y magnesio producto de la alteración y del biodeterioro experimentado por materiales cerámicos que han permanecido largamente sumergidos en agua marina (He et al., 2021). En la figura 4C el difractograma en el que se detecta exclusivamente quintinita se obtuvo en el producto de alteración de la superficie de una de las cerámicas asiáticas.

Figura 4
Difractogramas de rayos x (DRX)



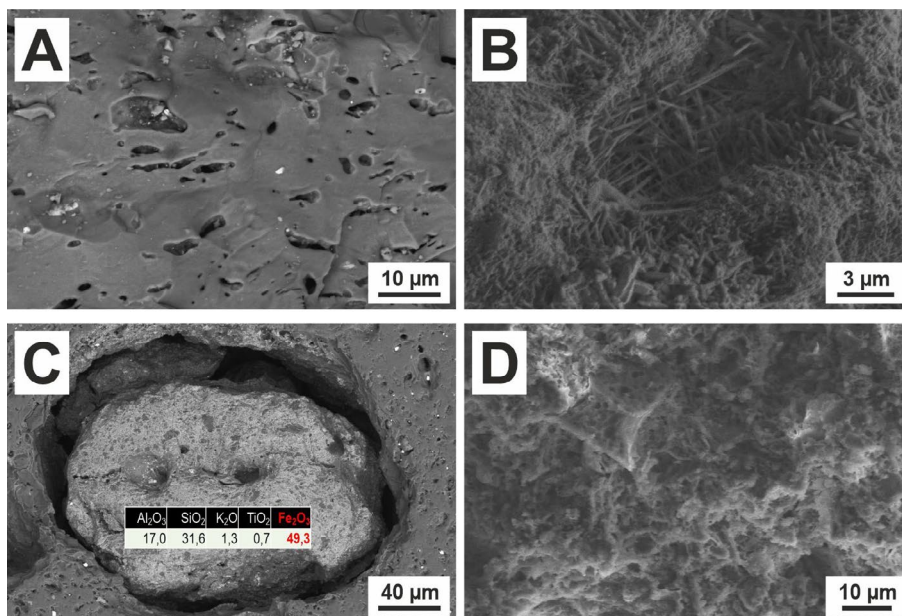
Fuente: elaboración propia.

Nota: A) Muestra SD-02a. B) Muestra SD-15. C) Muestra SD-04, superficie alterada.

Las microestructuras observadas coinciden con las dos agrupaciones de fases minerales de alta temperatura (figura 5). En el primer caso, las cerámicas muy refractarias del sudeste asiático muestran una microestructura muy vitrificada compatible con un gres y con una temperatura de cocción de entre 1150 y 1250° C (figura 5A). La microestructura vitrificada se compone además en su interior de cristales de mullita (figura 5B), que han podido observarse cuando se atacó la superficie de la muestra con vapores de ácido fluorhídrico diluido. La presencia de cristales de mullita dota al contenedor cerámico de una mayor dureza y resistencia. Al igual que en los análisis mediante lámina delgada, no se pueden establecer distinciones, a partir de las características

de su microestructura, entre materiales cerámicos de China, Siam o Birmania. Esta fase se detectó también mediante DRX.

Figura 5
Micrografías de MEBEC



Fuente: elaboración propia.

Nota: A, B) Muestra SD-06a. C) Muestra SD-09. D) Muestra SD-15.

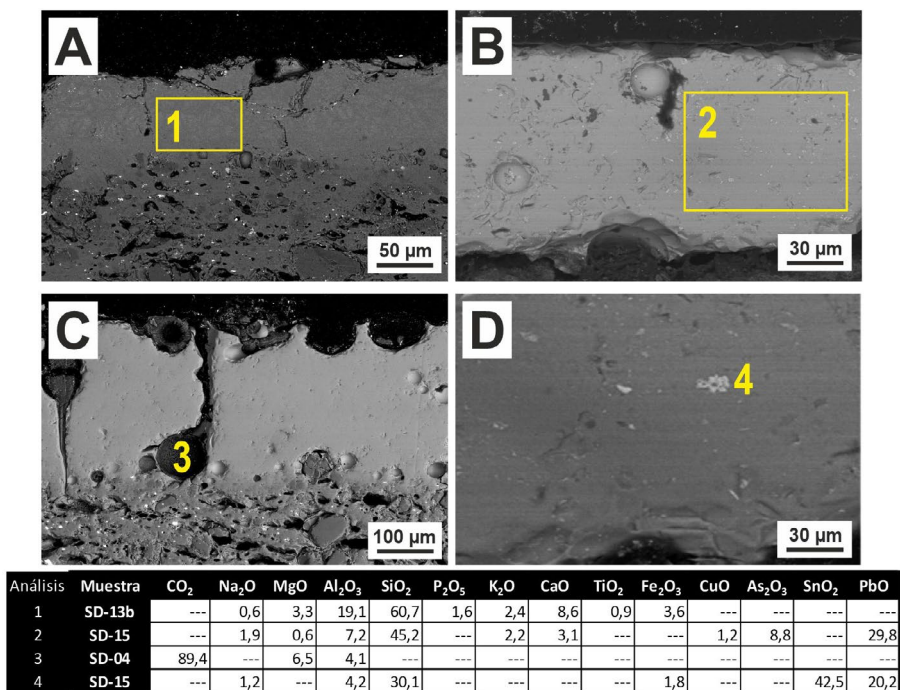
En la microestructura muy vitrificada de las matrices de estas cerámicas altamente refractarias del sudeste asiático se confirma la presencia de inclusiones de escorias de hierro, ya observadas mediante lámina delgada, como se ha visto anteriormente. En este caso la topografía y el relieve observados (figura 5C) indican claramente que la inclusión fue añadida de forma deliberada, dado que aparece completamente incrustada en la microestructura vitrificada del contenedor cerámico. Además, su microanálisis químico mediante EDS confirmó también que se trataba de escorias de hierro, no sólo por su elevado contenido de óxido de hierro ($\text{Fe}_2\text{O}_3 = 49,3\%$ en peso), sino también por las concentraciones relativas de óxidos de silicio ($\text{SiO}_2 = 31,6\%$ en peso) y de aluminio ($\text{Al}_2\text{O}_3 = 17,0\%$ en peso).

Las cerámicas de procedencia española, en el segundo caso, muestran la microestructura típica de cerámicas calcáreas cocidas a alta temperatura en las que, aunque se observa un elevado grado de sinterización (figura 5D), éste contrasta con el grado de vitrificación mucho mayor alcanzado por las cerámicas asiáticas. Esta microestructura es compatible con una loza y con una temperatura de cocción de entre 1100 y 1150° C.

Composición química de los vidriados

La composición química de los vidriados también difiere de un modo importante entre los contenedores cerámicos asiáticos, sin que se puedan establecer diferencias destacables entre ellos, sean éstos de China, Siam o Birmania, y los de procedencia española. Las cerámicas asiáticas presentan vidriados alcalino-térreos en los que probablemente se emplearon cenizas de plantas como fundente alcalino, dada la notable concentración de óxidos de magnesio ($\text{MgO} = 3,3\%$ en peso), de potasio ($\text{K}_2\text{O} = 2,4\%$ en peso), de fósforo ($\text{P}_2\text{O}_5 = 1,6\%$ en peso) y sobre todo de calcio ($\text{CaO} = 8,6\%$ en peso) (figura 6A, análisis 1). En general son de color melado por la presencia de un contenido abundante de óxido de hierro ($\text{Fe}_2\text{O}_3 = 3,6\%$ en peso). La composición química de estos vidriados es muy similar a la que presentan vidriados de tinajas similares, a veces decoradas con dragones de distintas procedencias del sudeste asiático (Sinopoli et al., 2006, pp. 270-277). Algunos de estos vidriados muestran importantes alteraciones en su superficie en forma de cráteres y picaduras, y también de grietas (figura 6C). En todos ellos se forman productos de alteración que muestran elevadas concentraciones de carbono ($\text{CO}_2 = 89,4\%$ en peso), óxido de magnesio ($\text{MgO} = 6,5\%$ en peso) y alúmina ($\text{Al}_2\text{O}_3 = 4,1\%$ en peso) (figura 6C, análisis 3), lo cual corrobora que contienen quintinita, que como se dijo anteriormente es un hidroxicarbonato de aluminio y magnesio, por ello el elevado contenido de carbono detectado, que se forma en materiales cerámicos que han permanecido mucho tiempo sumergidos en el mar (He et al., 2021). En el caso del galeón *San Diego* durante casi 400 años (1600-1991).

Figura 6
Micrografías de MEBC



Fuente: elaboración propia.

Nota: A) Muestra SD-13b. B) Muestra SD-15. C) Muestra SD-04. D) Muestra SD-15.

Por el contrario, los vidriados de los recipientes de procedencia española son ricos en óxido de plomo (PbO = 29,8% en peso) (figura 6B, análisis 2), totalmente distintos a los vidriados alcalino-térreos de los contenedores asiáticos, y en ellos se ha utilizado una mezcla de antimoniato y estannato de plomo como opacificante. La presencia de microcristales de estos compuestos, como los que se muestran en la figura 6D y su microanálisis mediante EDS (análisis 4), que arroja un elevado contenido tanto en óxidos de estaño (SnO₂ = 42,5% en peso) como de plomo (PbO = 20,2% en peso), es lo que permite que el vidriado sea opaco. Estos opacificantes, especialmente aquellos que utilizan estaño, eran muy comunes en cerámicas españolas del siglo XVI, como las producidas en Sevilla (Myers et al., 1992) o Talavera de la Reina

(Agua et al., 2022), ambas extensamente comerciadas a territorios americanos y asiáticos. El color verde de este vidriado se obtiene por la presencia de iones de cobre (Cu^{2+}) como demuestra la concentración de 1,2% en peso de CuO (figura 6B, análisis 2).

Discusión

El *Galeón de Manila* fue sin duda la ruta comercial transpacífica más importante entre los siglos XVI y XIX y contribuyó decisivamente al afianzamiento de la globalización. Desde que López de Legazpi fundara la ciudad de Manila en 1571, dicha ciudad se convirtió rápidamente en el centro administrativo y económico más importante del Imperio español en Asia. A ello hay que unir la situación geoestratégica que ocupaban las islas Filipinas, situadas en el cruce de las rutas comerciales más importantes entre las islas y los puertos del sudeste asiático, de Japón y del océano Índico (Bernabéu & Martínez Shaw, 2013). Por ello y por su ubicación de cercanía frente a la costa china, a finales del siglo XVI y principios del XVII la población china creció notablemente en Manila, lo que trajo como consecuencia que las mercancías que se comerciaban empezaran a tener un origen chino principalmente, en detrimento de las de origen filipino, aunque el monopolio del comercio siempre quedó en manos filipinas (Cervera, 2020, p. 83). Hasta el siglo XVIII no se produjo un cambio en la procedencia de las mercancías, que en ese momento empezaron a venir de la India. En cualquier caso, debe señalarse que en Manila se evidenció una gran diversidad de procedencia de los navíos que arribaban a su puerto desde finales del siglo XVI y a lo largo del XVII, los cuales no procedían sólo de China (Chaunu, 1974, pp. 142 y ss.).

En este contexto, el comercio entre la China de la dinastía Ming y el Imperio español creció exponencialmente en los últimos años del siglo XVI y primeras décadas del XVII, de modo que los productos orientales comenzaron a tener una presencia creciente en los mercados novohispanos y europeos. Los galeones iniciaban el viaje en Manila, aprovechando los vientos monzónicos de verano, y arribaban a Acapulco a finales de año entre los meses de noviembre o diciembre. Cuando llegaban se celebraba una feria en Acapulco para vender los bienes y mercancías asiáticas que traía el galeón (Cervera, 2020, p. 84). El *tornaviaje* se iniciaba hacia marzo o abril y el galeón regresaba a Manila entre los meses de junio o julio para iniciar un nuevo periplo, llevando como

contrapartida, aparte de la tan preciada plata, otros productos americanos y europeos al continente asiático.

A la ciudad de Manila llegaban a su vez barcos provenientes no sólo de distintas partes de China, sino también de otras regiones del sudeste asiático, con todo tipo de productos para comerciar y/o intercambiar por la plata novohispana y peruana que traía el galeón. En este contexto hay que decir que Filipinas fue más una colonia de América que de Europa, ya que en el montante total de mercancías un 80% eran de origen novohispano y sólo 20% aproximadamente de procedencia española y europea (Caño & Lee, 2018, p. 130). Aparte de la plata, de la que se estima que los *Galeones de Manila* transportaron unos dos millones de pesos al año durante el siglo XVII (Priyadarshini, 2018, p. 9), entre las mercancías de origen novohispano comerciadas desde Acapulco a Filipinas destacan grana, cochinilla, jabón, sombreros, vino, hilo de Campeche, pólvora, salitre y plomo, mientras que aquéllas de origen europeo se componían principalmente de espadas y dagas de Alemania y Francia, papel de Génova y balas, arcabuces, mosquetes y otros productos de herrería de Vizcaya. Por otro lado, entre los víveres europeos destacan los originarios de Castilla como vino, harina de trigo, aceite y vinagre blanco, mientras que los novohispanos eran legumbres, frutas, pasas, almendras, carne salada, tocino, quesos de cabra y oveja, así como el pan conocido como “galleta de mar” procedente de Puebla (Sales Colín, 2000, pp. 635-640). Entre las mercaderías embarcadas en Filipinas con rumbo a Nueva España destacan ricos textiles de seda, porcelanas no sólo del este de China sino también de otras regiones asiáticas (Miyata, 2016), especias como pimienta, clavo, canela o nuez moscada; medicinas como almizcle o alcanfor, resinas aromáticas, así como productos básicos: trigo, harina, azúcar o sal. Así, la colonia se distinguía de la metrópolis en el hecho de que los ricos bienes asiáticos como la seda eran antes accesibles en Nueva España que en el Reino de España (Priyadarshini, 2018, p. 8). Muchos de estos productos se transportaban en grandes vasijas o tibores de tradición milenaria, no sólo en Filipinas sino en todo el sudeste asiático, los cuales aparte de contenedores eran también preciados como mercancía en sí, es decir, como objetos de riqueza y prestigio social (Valdes et al., 1992). El cargamento del galeón *San Diego* lo componían cerca de 800 de estas grandes vasijas o tibores que, en su mayoría y a partir de criterios morfo-tipológicos y decorativos, se han supuesto de origen chino (48,5% del total de contenedores cerámicos), aunque también se apuntaron otros orígenes como Tailandia (33,8%) o Birmania (3,7%) (Alba, 1993, p. 43). Se

trata de recipientes robustos y resistentes difíciles de fechar porque, dado su valor, se han reutilizado mucho a lo largo del tiempo. Aparte de transportar productos orientales exóticos a mercados novohispanos y europeos, también servían para contener provisiones básicas para la tripulación a bordo durante el viaje, según han demostrado algunos de los restos que se hallaron en su interior, como huesos de animales, cáscaras de coco (probablemente relacionadas con el popular “vino de cocos”), o semillas de ciruela y castaña (Valdes, 1993, p. 41). Son grandes vasijas con una considerable variación en sus proporciones, a veces tienen más de un metro de altura, y también en el tratamiento de sus paredes, con superficies vidriadas por completo en el interior y en ocasiones sólo un vidriado parcial hasta la mitad del recipiente de colores melados generalmente. Suelen tener asas en los hombros cerca del borde que facilitarían las tareas de estibación. Asimismo, la carga del *San Diego* se componía también de un 10,8% del total de contenedores cerámicos correspondiente a piezas de posible procedencia española o novohispana, de menor tamaño que las asiáticas (unos 50 o 60 cm de altura máxima), de las que un 80,6% de las mismas eran botijas olivaderas de media arroba y 19,4% eran botijas de vino de una arroba. Estos recipientes poseen bocas molduradas que facilitan el sellado con tapaderas de corcho o yeso, tienen formas ovoides y redondeadas, vidriados de color verde generalmente en ambas superficies y carecen de asas para almacenarse mejor en la bodega de los navíos (Alba, 1993, p. 44; Hernando Garrido, 2013, p. 5).

Los análisis aquí realizados han permitido determinar, por un lado, una tecnología muy diferente entre los contenedores asiáticos y los teóricamente españoles o novohispanos y, por otro, a veces confirmar y otras refutar o incluso detallar con mayor amplitud el posible origen geográfico de estos recipientes cerámicos. Desde el punto de vista tecnológico, los contenedores de origen asiático se elaboraron con una tecnología muy homogénea y unas materias primas arcillosas no calcáreas que se cocían a elevadas temperaturas entre 1200 y 1250° C, lo que resultaba en un producto altamente refractario compatible con un auténtico gres. El cuerpo cerámico se reforzaba a su vez con material no plástico compuesto por escorias de hierro que, adicionalmente, confería al producto cerámico final una mayor resistencia mecánica. Si ya de por sí el gres presenta una matriz cerámica muy vitrificada, sus superficies además se vidriaban con un esmalte alcalino-térreo, lo cual daba como resultado un recipiente cerámico absolutamente impermeabilizado que estaba por completo adaptado para contener líquidos y productos perecederos que eran

su principal mercancía y además era muy resistente a las tareas de estibación en los puertos. Debe reiterarse que las mercancías comerciadas eran principalmente textiles, especias y porcelana, mientras que el resto de las mercancías lo componían fundamentalmente víveres para el transcurso de las travesías. Por el contrario, el otro conjunto de recipientes, que el estudio petrográfico mediante lámina delgada ha demostrado que tienen una mineralogía compatible con un origen español en el entorno del valle del Guadalquivir por la presencia de inclusiones de rocas metamórficas como esquistos micáceos y, por tanto, no se trata de productos de origen novohispano, se elaboró con materias primas arcillosas calcáreas que se cocieron a una temperatura relativamente elevada pero algo inferior, entre 1100 y 1150° C, que daba como resultado un producto cerámico compatible con una loza. Dado que estos recipientes españoles también eran muy resistentes y estaban adaptados a los contenidos que transportaban (aceite y vino), sus superficies también se vidriaban, aunque en este caso con vidriados al plomo opacificados con una mezcla de antimoniatos y estannatos de plomo cuyo color verde se obtenía con compuestos de cobre. Su procedencia en el entorno del valle del Guadalquivir hay que inscribirla en el contexto de una producción masiva de botijas para aceite y vino, que se conoce desde el siglo XVI en distintos talleres localizados en Triana, Carmona o Utrera, y que se llamaron peruleras porque más tarde llegaron a producirse también en Perú (Hernando Garrido, 2013, pp. 5 y 8). Las cuentas de la Real Hacienda de Acapulco y documentos relacionados con las haciendas cocoteras de la costa novohispana del Pacífico (finales del siglo XVI y a lo largo del XVII) mencionan frecuentemente el uso de “botijas peruleras”⁹ en comparación con las llamadas “botijas castellanas” (Oropeza, 2020, pp. 126, 186-195).

El perfil químico de los contenedores asiáticos y su posterior análisis estadístico han corroborado el origen chino de todos los contenedores analizados en este trabajo de esta posible procedencia. Sin embargo, estos contenedores muestran al menos cuatro procedencias diferenciadas, aunque hay una compuesta por siete de los 11 contenedores chinos, con una gran homogeneidad química, que parece ser la predominante. Este hecho corrobora que los contenedores no venían sólo de un lugar de procedencia (grupo 1), sino que al

9. Para conocer otros usos del término “perulero” en el siglo XVII, se puede consultar en línea el *Nuevo tesoro lexicográfico de la lengua española*, de la Real Academia Española (s/f). <https://www.rae.es/obras-academicas/diccionarios/nuevo-tesoro-lexicografico-0>

menos habría también otras tres posibles procedencias, como demuestran los grupos China 2, China 3 y China 4 de la figura 3. El hecho confirma además que a finales del siglo XVI llegaban a Manila juncos de diversas procedencias de China. Los puertos comerciales chinos más importantes en ese momento se situaban en la costa sudeste y eran Guangzhou, en la provincia de Guangdong, y Quanzhou y Xiamen en la provincia de Fujian (Valdes, 1993, p. 39). Aunque todavía no hay evidencia científica que lo pruebe y hasta donde llega el conocimiento de los autores de este trabajo, se baraja la posibilidad de que los hornos y talleres que producían estos tibores se situarían próximos a los puertos de embarque, por lo que a falta de datos analíticos, la presencia de distintos grupos de composición química podría sugerir que se trataría posiblemente de tibores producidos en las áreas de influencia de alguno o de varios de estos puertos. A pesar de que la decoración con dragones era habitual en los conjuntos de este tipo de grandes vasijas o tinajas de procedencia china, en el galeón *San Diego* sólo representaban 5,3% de los contenedores decorados (Alba, 1993, p. 43). Aunque en esta investigación no se ha tenido acceso a fragmentos de piezas con esta decoración, en un trabajo analítico de caracterización de la composición química del cuerpo de contenedores cerámicos así decorados de la colección Guthe, también se sugieren hasta cuatro posibles procedencias a partir de cuatro agrupaciones bien diferenciadas (Sinopoli et al., 2006, pp. 250-252), lo cual se halla en consonancia con los datos obtenidos en la presente investigación con los materiales del Museo Naval de Madrid.

Los datos de composición química confirman también que los tres contenedores cerámicos procedentes del reino de Siam, que se ubicaba en lo que hoy son Tailandia, Camboya y Laos, muestran una composición química homogénea y a su vez diferenciada del resto de contenedores, tanto de los procedentes de distintas partes de China como de Birmania, la actual Myanmar. Asimismo, los perfiles químicos confirman que los tibores birmanos se diferencian igualmente del resto excepto en un caso, la muestra SD-13b, que se halla más cercana en términos de composición química a los contenedores de Siam (figura 3). Parece por tanto que esta pieza se clasificó erróneamente como de Birmania desde el punto de vista morfo-tipológico, mientras que por su composición química debe clasificarse como un contenedor siamés o quizás de otra procedencia distinta aún por determinar dentro de la propia Birmania (actual Myanmar). Los contenedores cerámicos birmanos son por lo demás los que mayor tamaño y, consecuentemente, mayor capacidad presentan de todos los recuperados en el pecio del *San Diego* (Alba, 1993, p. 44).

En definitiva, exceptuando las botijas de procedencia española, la presencia en el cargamento del galeón de contenedores asiáticos de hasta seis orígenes diferenciados confirma que el *Galeón de Manila* distribuía mercancías a territorios novohispanos y europeos no sólo procedentes de distintas partes de China, sino también de otras regiones del sudeste asiático como Siam o Birmania, en lo que constituyó un proceso de intercambio cultural y globalización incipiente que llevaría consigo una total transformación del mundo tal como se conocía hasta entonces. El poder determinar si los contenedores procedentes de Siam y Birmania llegaron a Filipinas como resultado de un comercio directo o a través de comerciantes chinos o portugueses y cómo influyeron estos contactos en la relación entre Filipinas y estos territorios en ese periodo, son todavía cuestiones que requerirán nuevas investigaciones.

Entre 1591 y 1663, en torno a 57 galeones hicieron la ruta entre Nueva España y Filipinas, aunque este número es probable que aumente en el transcurso de nuevas investigaciones (Sales Colín, 2000, p. 634). Hasta el momento se desconoce el número total de galeones que hicieron la ruta en los aproximadamente 250 años que duró. Si bien el trabajo de los historiadores ha contribuido de forma importante al conocimiento del contexto histórico en el que se desarrolló esta ruta, las investigaciones sobre arqueología subacuática sólo han experimentado una mayor relevancia en las últimas dos décadas, siendo todavía muy limitado el número de pecios identificado, con el riesgo que ello supone de proporcionar información sensible a las empresas cazatesoros, y muy escasos los estudios de materiales concretos como pueden ser las cerámicas asiáticas (Schlagheck, 2021). En cualquier caso, comienza a haber un conocimiento destacado de pecios relacionados con la ruta del *Galeón de Manila*, tanto de naufragios acaecidos en la costa asiática (Jago-on & Orillaneda, 2019) como en la costa norteamericana (Junco, 2011; Williams & Junco, 2021), lo que va a constituir un buen punto de partida desde el cual poder iniciar estudios arqueométricos no sólo de materiales cerámicos y otros contenedores sino también y, entre otros, de materiales relacionados con la construcción naval de los galeones.

Conclusiones

Los resultados de un estudio arqueométrico realizado a partir de una selección representativa de fragmentos procedentes de contenedores cerámicos de mercancías y víveres recuperados en la excavación subacuática del pecio

del galeón *San Diego*, que iniciaba su travesía como *Galeón de Manila* y que fue hundido por un ataque holandés en diciembre de 1600 frente a la costa filipina, han permitido determinar y diferenciar la tecnología con la que se produjeron los contenedores de procedencia asiática y los de procedencia europea, en este caso española, así como confirmar y en ocasiones refutar el posible origen geográfico de los mismos.

La tecnología de los contenedores cerámicos asiáticos y europeos es muy diferente. En el primer caso se producían vasijas de gran tamaño o tibores utilizando arcillas no calcáreas altamente refractarias, lo que facilitaba su cocción a elevadas temperaturas (entre 1200 y 1250° C) y daba como resultado un gres. Estas arcillas se reforzaban con inclusiones de escoria de hierro para producir vasijas mecánicamente más resistentes que finalmente se vidriaban con un esmalte alcalino-térreo para conseguir su completa impermeabilización. De esta forma se conseguían recipientes muy resistentes y por completo adaptados para el transporte de líquidos y productos perecederos, que eran las principales mercancías comerciadas. Dichas mercancías eran principalmente textiles, especias y porcelana, mientras que el resto de las mercancías lo componían fundamentalmente víveres para el transcurso de las travesías. En el segundo caso se producían botijas de formas ovoides y redondeadas y de menor tamaño que las grandes vasijas asiáticas, utilizando arcillas calcáreas cocidas a una temperatura algo inferior (entre 1100 y 1150° C) que daba como resultado una loza también bastante resistente, que se vidriaba igualmente para impermeabilizar las superficies y adaptarlas al transporte de líquidos como aceite y vino, aunque en este caso se empleaban vidriados al plomo opacificados con una mezcla de antimoniatos y estannatos de plomo. El estudio arqueométrico ha permitido también confirmar que estas botijas no procedían de la Nueva España sino de España, ya que algunos de los minerales identificados resultan geológicamente compatibles con arcillas del valle del Guadalquivir. Asimismo, los resultados han posibilitado diferenciar hasta seis orígenes distintos en los contenedores del sudeste asiático, cuatro procedentes probablemente de diferentes partes del sur y del este de China, y otros dos procedentes de Birmania (actual Myanmar) y Siam (actuales Tailandia, Camboya y Laos), respectivamente. En consecuencia, los datos analíticos aportados por esta investigación ayudan a establecer con mayor precisión la posible procedencia de las mercancías del sudeste asiático comerciadas en la ruta del *Galeón de Manila* hacia Nueva España y eventualmente a Europa entre finales del siglo XVI y principios del XVII.

Agradecimientos

Este trabajo se ha realizado y financiado en el marco de los proyectos HERICARE (PID2019-104220RB-I00/MCIN/AEI/10.13039/501100011033) del programa Retos del Ministerio de Ciencia e Innovación español y TEC Heritage de la Comunidad de Madrid (TEC-2024/TEC-39).

Se agradece al Museo Naval de Madrid y, en especial, a su director, el capitán de navío D. Juan Escrigas Rodríguez, todas las facilidades dadas para poder llevarlo a cabo.

Alejandro Pinilla Gisbert agradece un contrato predoctoral financiado por la Comunidad de Madrid (PIPF-2023/PH-HUM-29465).

Referencias

- Agua, F., Sánchez-Cabezudo, A., Pérez de Tudela, A., Villegas, M. A., & García-Heras, M. (2022). Archaeometric case-study of tiles of different dates from the Royal Monastery of San Lorenzo de El Escorial (Spain). *Boletín de la Sociedad Española de Cerámica y Vidrio*, 61(2), 84-97. <https://doi.org/10.1016/j.bsecv.2020.09.001>
- Alba, L. A. (1993). A preliminary survey of the storage jars. En C. O. Valdes (Ed.), *Saga of the San Diego (AD 1600)* (pp. 43-44). Concerned Citizens of the National Museum of the Philippines.
- Bernabéu, S., & Martínez Shaw, C. (Eds.). (2013). *Un océano de seda y plata: el universo económico del Galeón de Manila*. Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC).
- Bishop, R. L., & Neff, H. (1989). Compositional data analysis in archaeology. En R. O. Allen (Ed.), *Archaeological Chemistry IV* (pp. 57-86). The American Chemical Society.
- Botton, F. (2000). *China: su historia y cultura hasta 1800*. El Colegio de México.
- Caño, J. L., & Lee, Y. (2018). Comercio y cargazón en el Galeón de Manila: El Santo Cristo. *Boletín Americanista*, (76), 115-133.
- Cervera, J. A. (2020). El Galeón de Manila: mercancías, personas e ideas viajando a través del Pacífico (1565-1815). *México y la Cuenca del Pacífico*, 9(26), 69-90. <https://doi.org/10.32870/mycp.v9i26.677>
- Chaunu, P. (1974). *Las Filipinas y el Pacífico de los ibéricos. Siglos XVI, XVII y XVIII. Estadísticas y atlas*. Instituto Mexicano de Comercio Exterior.

- Desroches, J. P., Goddio, F., L'Hour, M., Dupoizat, M. F., & Pourvoyeur, P. (1995). *El San Diego, un tesoro bajo el Mar*. CEPESA.
- Dizon, E. Z. (2016). Underwater Archaeology of the San Diego. A 1600 Spanish Galleon in the Philippines. En C. Wu (Ed.), *Early Navigation in the Asia-Pacific Region. A Maritime Archaeological Perspective* (pp. 91-102). Springer Nature Singapore. <https://doi.org/10.1007/978-981-10-0904-4>
- Fantuzzi, L., & Cau Ontiveros, M. A. (2019). Amphorae production in the Guadalquivir valley (Spain) during the Late Roman period: petrographic, mineralogical, and chemical characterization of reference groups. *Archaeological and Anthropological Sciences*, 11, 6785-6802. <https://doi.org/10.1007/s12520-019-00937-x>
- García-Heras, M. (2020). La disciplina arqueométrica y la investigación de las sociedades del pasado a través de la cerámica. *Cuadernos de Prehistoria y Arqueología de la Universidad de Granada*, 30, 35-54. <https://doi.org/10.30827/CPAG.v30i0.15371>
- García-Ramírez, S. (2019). Gente de mar en la primera vuelta al mundo. En *Fuimos los primeros. Magallanes, Elcano y la Vuelta al Mundo* (pp. 19-44). Ministerio de Defensa.
- He, Y., Li, W., Li, J., Xu, C., & Lu, X. (2021). Corrosion of Longquan celadons in the marine environment: study on the celadons from the Dalian Island shipwreck of the Yuan Dynasty. *Heritage Science*, 9, 104. <https://doi.org/10.1186/s40494-021-00583-4>
- Hernando Garrido, J. L. (2013). La vuelta al mundo en cuatro botijas. *Revista de Folklore*, 371, 4-15.
- Jago-on, S. C., & Orillaneda, B. C. (2019). Archaeological Researches on the Manila Galleon Wrecks in the Philippines. En C. Wu, R. Junco Sánchez & M. Liu (Eds.), *Archaeology of Manila Galleon Seaports and Early Maritime Globalization: Vol. 2 The Archaeology of Asia-Pacific Navigation* (pp. 129-146). Springer Nature Singapore, The Archaeology of Asia-Pacific Navigation Vol. 2. <https://doi.org/10.1007/978-981-32-9248-2>
- Junco, R. (2011). The archaeology of Manila Galleons. *The 2011 Asia-Pacific Regional Conference on Underwater Cultural Heritage Proceedings*. The Museum of Underwater Archaeology.
- Landín Carrasco, A., & Sánchez Masiá, L. (1991). El viaje redondo de Alonso de Arellano. En *Descubrimientos españoles en el Mar del Sur* (t. II, cap. XII). Banco Español de Crédito.

- León Guerrero, M. M. (1998). El gran logro descubridor del reinado de Felipe II: el hallazgo del tornaviaje de las Filipinas por el Pacífico hacia Nueva España. En *XIII Coloquio de historia canario-americana* (pp. 1030-1040). <https://mdc.ulpgc.es/s/mdc/item/208477>
- Machuca, P. (2018). *El vino de cocos en la Nueva España. Historia de una transculturación en el siglo XVII*. El Colegio de Michoacán.
- Maggetti, M. (1982). Phase analysis and its significance for technology and origin. En J. S. Olin & A. D. Franklin (Eds.), *Archaeological Ceramics* (pp. 121-133). Smithsonian Institution Press.
- Molinero-García, A., Müller, A., Martín-García, J. M., Simonsen, S. L., & Delgado, R. (2022). Provenance of quartz grains from soils over Quaternary terraces along the Guadalquivir River, Spain. *Geoderma*, 414. <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2022.115769>
- Montañez, E. (2023). Corsarios y cartografía neerlandesa en la apertura del Mar del Sur, ca. 1590-1650. En G. Pinzón Ríos & R. E. Güereca Durán (Coords.), *Construcción de un espacio marítimo. El Pacífico y su evolución a partir de sus redes transoceánicas e interamericanas 1521-1821* (pp. 91-120). Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Investigaciones Históricas. <https://historicas.unam.mx/publicaciones/publicadigital/libros/795/795-05-03-corsarios-cartografia.pdf>
- Morga, A. de (1609). *Sucesos de las Islas Filipinas*. Casa de Geronymo Balli.
- Miyata, E. (2016). *Portuguese Intervention in the Manila Galleon Trade. The Structure and Networks of Trade between Asia and America in the 16th and 17th Centuries as Revealed by Chinese Ceramics and Spanish Archives*. Archaeopress.
- Myers, J. E., Amores, F., Olin, J. S., & Pleguezuelo, A. (1992). Compositional identification of Seville majolica at overseas sites. *Historical Archaeology*, 26, 131-147. <https://doi.org/10.1007/BF03374167>
- Oropeza, D. (2020). *La migración asiática en el virreinato de la Nueva España: un proceso de globalización, 1565-1700*. El Colegio de México.
- Pigafetta, A. (2019). *La primera vuelta al mundo. Relación de la expedición de Magallanes y Elcano*. Alianza editorial.
- Priyadarshini, M. (2018). *Chinese Porcelain in Colonial Mexico. The Material Worlds of an Early Modern Trade*. Springer Nature, Palgrave Studies in Pacific History. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-66547-4>

- Real Academia Española. (s/f). Nuevo tesoro lexicográfico de la lengua española (NTLLE). <https://www.rae.es/obras-academicas/diccionarios/nuevo-tesoro-lexicografico-0>
- Retana, W. E. (Ed.) (1909). *Sucesos de las Islas Filipinas por el Dr. Antonio de Morga*. Librería General de Victoriano Suárez.
- Rice, P. M. (2015). *Pottery Analysis: A Sourcebook* (2nd Edition). Chicago University Press <https://doi.org/10.7208/chicago/9780226923222.001.0001>
- Sales Colín, O. (2000). Las cargazones del galeón de la Carrera de Poniente: primera mitad del siglo XVII. *Revista de Historia Económica*, 18(3), 629-661. <https://doi.org/10.1017/S0212610900008752>
- Schlagheck, J. (2021). The Stonewares of the Baja California Manila Galleon. En S. S. Williams & R. Junco (Eds.), *The Archaeology of Manila Galleons in the American Continent. The Wrecks of Baja California, San Agustín, and Santo Cristo de Burgos (Oregon)* (pp. 41-51). Springer Nature, Springer Briefs in Archaeology. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-71524-3>
- Sinopoli, C. M., Dueppen, S., Brubaker, R., Descantes, C., Glascock, M. D., Griffin, W., Neff, H., Chusondet, R., & Speakman, R. J. (2006). Characterizing the stoneware "Dragon Jars" in the Guthe Collection: Chemical, Decorative, and Formal patterning. *Asian Perspectives*, 45(2), 240-282. <https://doi.org/10.1353/asi.2006.0026>
- Valdes, C. O. (1993). Jars on board. En C. O. Valdes (Ed.), *Saga of the San Diego (AD 1600)* (pp. 38-42). Concerned Citizens of the National Museum of the Philippines.
- Valdes, C. O., Long, K. N., & Barbosa, A. C. (1992). *A Thousand Years of Stoneware Jars in the Philippines*. National Museum of the Philippines.
- van Noort, O. (1612). *Descripción del penoso viaje hecho alrededor del universo o globo terrestre por Olivier van Noort de Utrecht, general de cuatro navíos*. Ámsterdam.
- Williams, S. S., & Junco, R. (Eds.) (2021). *The Archaeology of Manila Galleons in the American Continent. The Wrecks of Baja California, San Agustín, and Santo Cristo de Burgos (Oregon)*. Springer Nature, Springer Briefs in Archaeology. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-71524-3>