

UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID

FACULTAD DE BELLAS ARTES



TESIS DOCTORAL

Pigmentos de origen mineral en el arte oriental y occidental: estudio comparativo a partir del siglo XIX aplicado en la técnica nihonga

MEMORIA PARA OPTAR AL GRADO DE DOCTOR

PRESENTADA POR

Wan-Ting Yang

DIRECTOR

Manuel Huertas Torrejón

UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID

FACULTAD DE BELLAS ARTES



TÍTULO:

**PIGMENTOS DE ORIGEN MINERAL EN EL ARTE ORIENTAL Y
OCCIDENTAL: ESTUDIO COMPARATIVO A PARTIR DEL
SIGLO XIX APLICADO EN LA TÉCNICA NIHONGA.**

MEMORIA PARA OPTAR AL GRADO DE DOCTOR.

AUTORA:

Wan-Ting Yang.

DIRECTOR:

Prof. Dr. Manuel Huertas Torrejón.

UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID

FACULTAD DE BELLAS ARTES

PROGRAMA DE DOCTORADO EN BELLAS ARTES



TÍTULO:

**PIGMENTOS DE ORIGEN MINERAL EN EL ARTE ORIENTAL Y
OCCIDENTAL: ESTUDIO COMPARATIVO A PARTIR DEL
SIGLO XIX APLICADO EN LA TÉCNICA NIHONGA.**

MEMORIA PARA OPTAR AL GRADO DE DOCTOR.

AUTORA:

Wan-Ting Yang.

DIRECTOR:

Prof. Dr. Manuel Huertas Torrejón.

A mis padres, Yang Kuo Chen y Huang Yu HSIU.

AGRADECIMIENTOS.

En primer lugar, deseo expresar un profundo agradecimiento a mi director de tesis, el profesor Dr. Manuel Huertas Torrejón, por sus ánimos, su paciencia, su pormenorizada labor de dirección en esta investigación y la confianza depositada en mí.

Gracias al Centro de Conservación de la Universidad Cheng Shiu en Taiwán, a cuyo director, el profesor Dr. Li I Cheng, quiero agradecer el haberme permitido, tan amablemente, facilitar el acceso a los equipos para la realización de todos los análisis de mi investigación. También quiero expresar mi entrañable gratitud al profesor Dr. Wu Han Chung, por su apoyo incondicional y sus valiosos consejos.

Quiero dar las gracias a Keny Martínez y a Gregorio Pérez Ordás por los que, sin su estimable ayuda corrigiendo el texto, no hubiera sido posible sacar adelante este trabajo.

Por último, deseo agradecer a mi familia y amigos por el apoyo incondicional y la confianza ofrecida constantemente todos estos años, proporcionándome la mayor energía para realizar esta investigación. También a todos los que, de modo directo e indirecto, me han alentado para emprender y concluir mi tesis doctoral.

ÍNDICE.

AGRADECIMIENTOS.....	6
RESUMEN / ABSTRACT.....	11
INTRODUCCIÓN.	15
CAPÍTULO 1. ANTECEDENTES EN EL DESARROLLO DE LOS PIGMENTOS ORIENTALES Y OCCIDENTALES.....	19
1.1. BREVE HISTORIA DEL ORIGEN DE LOS PIGMENTOS.....	20
1.1.1. Arte rupestre en Occidente.	20
1.1.2. Arte rupestre y cerámica antigua en Oriente.....	26
1.2. CONTEXTO HISTÓRICO DEL DESARROLLO DEL PIGMENTO ASIÁTICO.....	39
1.2.1. Primera civilización de la historia antigua (2100 a. C. a 221 a. C.).....	41
1.2.2. Dinastía Qin hasta la dinastía Han (221 a. C. a 220 d. C.).....	42
1.2.3. Período de los tres reinos, dinastía Jin y dinastía del Norte y del Sur (220 d. C. a 589 d. C.).....	48
1.2.4. Murales de las Cuevas de Dunhuang.	50
1.2.5. Dinastía Tang a la dinastía Song (618 d. C a 1279 d. C.).....	58
1.2.6. Dinastía Yuan, Ming y Qing (1279 d. C. a 1912 d. C.).....	64
1.2.7. Expansión del budismo hacía el Este.	67
1.3. INFLUENCIA OCCIDENTAL.....	71
1.4. DEFINICIÓN DE NIHONGA.....	78
1.4.1. ¿Qué es nihonga?	78
1.4.2. Extensión del término nihonga.....	81
1.4.2.1. Nihonga en China.	81
1.4.2.2. Nihonga en Taiwán.	84
CAPÍTULO 2. PROPIEDADES DE LOS PIGMENTOS NIHONGA.....	88
2.1. TIPOS DE PIGMENTOS.	88
2.2. DISTINCIÓN ENTRE PIGMENTO Y COLORANTE.	90
2.3. APROXIMACIÓN A LOS PIGMENTOS DE ORIGEN MINERAL.	91
2.4. MINERALES UTILIZADOS ACTUALMENTE EN LA ELABORACIÓN DE LOS PIGMENTOS NIHONGA.	101
2.4.1. Pigmentos azules.	103
2.4.2. Pigmentos verdes.	114
2.4.3. Pigmentos amarillos.	138
2.4.4. Pigmentos rojos y naranjas.....	148

2.4.5. Pigmentos marrones.....	169
2.4.6. Pigmentos grises y negros.....	172
2.4.7. Pigmentos blancos.	180
2.5. PIGMENTOS MINERALES ARTIFICIALES Y SINTÉTICOS.	194
2.5.1. Pigmento shin-iwa.	195
2.5.2. Pigmentos minerales sintéticos.....	197
2.5.3. Pigmento kyojyo.	199
2.6. METALES COMO SOPORTE Y MATERIA COLORANTE.	202
2.6.1. Oro.	203
2.6.2. Plata.	205
2.6.3. Cobre.....	208
2.6.4. Aluminio.....	209
2.6.5. Estaño.	210
2.6.6. Platino.	211
CAPÍTULO 3. FABRICACIÓN DE LOS PIGMENTOS NIHONGA.	213
3.1. OBTENCIÓN TRADICIONAL DEL PIGMENTO NIHONGA.....	214
3.1.1. Tratados japoneses antiguos.	216
3.1.2. Tratados chinos antiguos.....	221
3.1.3. Comparativa de la literatura clásica japonesa y china.....	227
3.2. PROCESOS DE OBTENCIÓN DE LOS PIGMENTOS NIHONGA A PARTIR DEL SIGLO XIX.	229
3.2.1. Fabricación según métodos japoneses.....	230
3.2.2. Fabricación según el método taiwanés.	236
3.2.3. Fabricación según el método chino.....	238
3.2.4. Proceso de la producción de pigmentos minerales.	241
3.3. FABRICACIÓN DE PIGMENTOS A PARTIR DE MATERIALES METÁLICOS.	252
3.3.1. Obtención de pigmentos minerales metálicos.....	253
3.3.2. Pan de oro.	254
3.3.3. Láminas desarrolladas a partir del siglo XIX.	266
3.4. COMPARATIVA ENTRE LOS MATERIALES Y MÉTODOS DE TRABAJO DE ORIENTE Y OCCIDENTE.	270
3.4.1. Pigmentos.....	271
3.4.2. Pan de oro.....	276
CAPÍTULO 4. MATERIALES Y PROCESOS TÉCNICOS EN LA TÉCNICA NIHONGA.	281

4.1. SOPORTES.....	281
4.1.1. Papel.....	282
4.1.2. Seda.....	291
4.1.3. Otros soportes.....	294
4.2. AGLUTINANTES.....	298
4.3. PINCELES.....	302
4.4. MATERIALES Y ÚTILES.....	309
CAPÍTULO 5: ENSAYOS COMPARATIVOS.....	316
5.1. ENSAYOS DE ENVEJECIMIENTO ACELERADO.....	317
5.1.1. Preparación de las muestras.....	318
5.1.1.1. Ensayo 1: comparación de los aglutinantes y pigmentos.....	318
5.1.1.2. Ensayo 2: prueba de comparación de los distintos soportes.....	323
5.1.2. Equipamiento aplicado en la investigación.....	326
5.1.3. Envejecimiento de radiación UV.....	335
5.1.4. Envejecimiento de humedad y temperatura.....	342
5.1.4.1. Resultados del ensayo 1.....	343
5.1.4.2. Resultados del ensayo 2.....	362
5.2. ESTUDIO DE LAS VARIACIONES CROMÁTICAS POR DISTINTOS MEDIOS.....	375
5.3. COMPARACIÓN DE LOS PIGMENTOS FABRICADOS POR LA INDUSTRIA.....	376
5.3.1. Pigmentos minerales de los fabricantes Nakagawa Gofun Enogu y Sankichi de Japón, Chi Yuan Tang de Taiwán y Pekín Tianya de China.....	376
5.3.2. Pigmentos minerales de los fabricantes Zecchi, Kremer y Chi Yuan Tang.....	393
CAPÍTULO 6: APLICACIÓN Y ALGUNAS DE LAS CARACTERISTICAS MÁS IMPORTANTES DE LOS PIGMENTOS MINERALES.....	397
6.1. BREVE PRESENTACIÓN CROMÁTICA DE LAS PARTÍCULAS MINERALES.....	397
6.2. ESTUDIO DE LA APLICACIÓN DE LAS DISTINTAS PARTÍCULAS PIGMENTARIAS.....	399
6.2.1. Prueba de cubrimiento.....	399
6.2.2. Alteraciones cromáticas al mezclar partículas de distintos pigmentos minerales.....	400
6.2.3. Comparación entre los pigmentos minerales naturales, shin-iwa y suihi.....	407
6.2.4. Ensayos de soportes.....	410
6.3. PROCESOS TÉCNICOS EN LA PINTURA NIHONGA.....	413
CONCLUSION.....	436

BIBLIOGRAFÍA.....	444
LIBROS.....	444
MONOGRAFÍAS Y TESIS DOCTORALES.....	455
PÁGINA WEB.....	457
ÍNDICE DE FIGURAS.....	462
ÍNDICE DE TABLAS.....	481
ANEXOS.....	485
NUEVOS HORIZONTES PARA LA TÉCNICA NIHONGA.....	485
DIRECTORIO DE FABRICANTES Y PROVEEDORES DE PIGMENTOS NIHONGA.....	487
ENTREVISTA REALIZADA CON EL FUNDADOR DE LA FÁBRICA TAIWANESA DE PIGMENTOS NIHONGA CHI YUAN TANG.....	490

RESUMEN / ABSTRACT.

Resumen:

Título:

PIGMENTOS DE ORIGEN MINERAL EN EL ARTE ORIENTAL Y OCCIDENTAL: ESTUDIO COMPARATIVO A PARTIR DEL SIGLO XIX APLICADO EN LA TÉCNICA NIHONGA.

Introducción:

A lo largo de la historia, el desarrollo de la creación artística ha estado muy relacionado con los pigmentos minerales. Incluso en el presente, estos siguen siendo profusamente aplicados por artistas de las innumerables escuelas pictóricas alrededor del planeta. Con el paso del tiempo, diferentes culturas, entornos geográficos y religiones, han dado un uso distinto a los materiales aplicados en las expresiones artísticas. Un claro ejemplo de ello ha sido la introducción del budismo en Japón, hecho que supuso en este país la utilización de pigmentos minerales procedentes de China. Siglos más tarde, durante la Restauración Meiji se llevó a cabo la mayor influencia externa para el arte japonés, dado que, a raíz de esta se promovió la innovación en la fabricación de pigmentos y se avanzó hacia un sistema único de clasificación (en más de 10 grados) del tamaño de las partículas de los pigmentos minerales. A partir del siglo XIX, en este país, el tipo de pintura que se centró en la utilización de dichos pigmentos recibió el nombre de nihonga, caracterizada por hacer una revisión histórica de las técnicas tradicionales y de la mineralogía a través de un análisis teórico y práctico. En esta nueva definición, además de incluirse el desarrollo histórico de los pigmentos, se tuvieron en cuenta aspectos políticos nacionales e internacionales de la época, la influencia cultural extranjera y, en definitiva, ciertas características de actualidad para comprender a fondo la pigmentación mineral, tales como los procedimientos de producción utilizados e incluso las teorías físicas aplicadas. En esta línea, para la presente investigación también se realizó un estudio comparativo a través de la combinación de materiales entre los tres países más representativos del uso de la nihonga (Japón, Taiwán y China) y distinguidas técnicas occidentales, a través de ensayos de envejecimiento por radiación UV, así como por humedad y temperatura, utilizando para ello equipamientos tecnológicos de observación, para de esta manera encontrar posibilidades de aplicar esa combinación

en la creación artística. Por otra parte, se investigaron las características de los pigmentos minerales nihonga mediante teoría óptica y pruebas técnicas.

Objetivos:

El objetivo central de esta Tesis Doctoral ha sido profundizar el conocimiento en la técnica nihonga, aportando datos sobre su origen, desarrollo, composición, proceso de obtención y propiedades. Se buscó comparar las similitudes y diferencias de los pigmentos minerales nihonga y otros característicos de técnicas occidentales. Además, a través del empleo de pruebas de envejecimiento se buscó evaluar las posibilidades de aplicación de materiales característicos de distintas técnicas de pintura, proporcionando así nuevos caminos para la creación artística.

Conclusiones:

Esta investigación ha permitido desarrollar un profundo conocimiento sobre una diversidad de pigmentos minerales nihonga, así como de los procedimientos para su fabricación. Asimismo, se ha puesto de manifiesto el efecto surgido de la mezcla de distintos aglutinantes con pigmentos nihonga y occidentales, y los resultados obtenidos de esa mezcla sobre soportes diferentes. De igual manera, se ha proporcionado evidencia acerca de que, el sistema de utilización de los pigmentos minerales nihonga puede tener muchas posibilidades de aplicación utilizando otras técnicas pictóricas.

Abstract:

Title:

PIGMENTS OF MINERAL ORIGIN IN THE ORIENTAL AND WESTERN ART: A COMPARATIVE STUDY FROM THE 19TH CENTURY APPLIED TO THE NIHONGA TECHNIQUE.

Introduction:

Throughout history, the development of artistic creations has been closely related to mineral pigments. Even to this day, these pigments continue to be widely applied by artists from the innumerable pictorial schools around the world. As time has passed, different cultures, geographical areas and religions have made a different use of the materials applied in artistic expressions. The introduction of Buddhism in Japan is a clear example of this, as it entailed the use of mineral pigments from China. Some centuries later, during the Meiji Restoration, the greatest external influence had an impact in Japanese art: due to this Restoration, innovation in the manufacturing of pigments was promoted and progress was made towards a single system of classification of the particle sizes in mineral pigments (in more than 10 categories). From the 19th century onwards, the kind of Japanese painting focused on the use of those pigments was named Nihonga; it was characterized by its historical revision of traditional techniques and mineralogy by means of a theoretical and practical analysis. To understand mineral pigmentation in depth, this new definition considered both national and international political aspects of that period, the historical development of pigments, the foreign cultural influence and, ultimately, some relevant characteristics, such as the manufacturing procedures or the applied theories of physics. Following this trend, a comparative study was carried out for the present research, which encompassed the combination of materials used in the three most representative countries of the use of the Nihonga technique (Japan, Taiwan and China), as well as in some distinguished western techniques. This study included aging tests by UV radiation, humidity and temperature, in which technological equipment was used for observation to determine the possibilities of application of a particular combination in artistic creations. On the other hand, the characteristics of the Nihonga mineral pigments were studied by the application of the optical theory and by technical tests.

Objectives:

The main objective of this doctoral thesis has been to deepen into the knowledge of the Nihonga technique and to provide information about its origins, development, composition, process of production and properties. It aimed at comparing the similarities and differences of the Nihonga mineral pigments with other characteristic pigments of western techniques. In addition, it also aimed at evaluating the possibilities of application of the characteristic materials of diverse painting techniques through the use of aging tests, thus providing new ways for artistic creations.

Conclusions:

This research has allowed us to develop an in-depth knowledge of the diversity of Nihonga mineral pigments, as well as their manufacturing procedures. Likewise, the effects of the mixture of different binding agents with Nihonga and western pigments have been stated, just like the results of that mixture on different formats. In the same way, plenty of evidence on the many possibilities of application of the system of Nihonga mineral pigments in other pictorial techniques has been provided.

INTRODUCCIÓN.

A lo largo de la historia, el hombre se ha comunicado a través de manifestaciones artísticas, como la pintura o la escultura, utilizando para ello una amplia variedad de materiales entre los que destacan los pigmentos, estos se han mantenido y aplicado, dejando un rastro de gran relevancia en el desarrollo del arte.

Desde la prehistoria el desarrollo creativo del ser humano ha estado muy relacionado con la pigmentación, ejemplos de ello son el arte rupestre, la alfarería, los murales, las tallas, etc. en los que, a través de la coloración se conseguía extraer significados religiosos, realizar rituales, así como buscar una estética desde el pensamiento del artista.

La idea inicial de esta investigación surgió de la observación de las diferentes aplicaciones de los materiales empleados en la producción de pigmentos minerales en Oriente y Occidente. Los procedimientos pictóricos en ambas regiones han seguido, en su largo recorrido, caminos distintos.

La evolución de los pigmentos minerales orientales experimentó dos grandes momentos. Por un lado, se vivió el apogeo de la aplicación de pigmentos minerales en la dinastía Tang en China, aunque posteriormente los pigmentos de origen vegetal se convirtieron en el material principal de la pintura debido a cambios en la concepción pictórica. El otro punto de inflexión del desarrollo de la pintura oriental fue la influencia cultural de la expansión budista, la cual hizo que el epicentro de los pigmentos minerales se trasladase a Japón.

De esta forma, en Japón, se alcanzó un progreso sin precedentes en la producción de estos pigmentos, consiguiendo el desarrollo de un sistema de calificación, obtención y medida de los diferentes pigmentos. También se estableció una mayor diversidad tonal de los colores, a través de un proceso mecánico de trituración de los minerales de mayor dureza. Por otra parte, para complementar la tonalidad de ellos y reducir costes, se produjeron pigmentos como el pigmento *shin-iwa* (en japonés, 新岩絵具), pigmento *kyojyo* (en japonés, 京上絵具) y otros artificiales y sintéticos.

A través de los pigmentos minerales, esenciales en el arte nihonga, se tiene constancia de que el mineral tiene una composición definida, y sus características se relacionan con su estructura química, como por ejemplo el color, el lustre, la dureza, la exfoliación, la gravedad específica, etc. Debido a las diversas condiciones ambientales de los yacimientos, no todos los minerales son óptimos para convertirse

en pigmentos, para ello se requiere de unas propiedades específicas del mineral. Específicamente en Japón, se ha centrado en el estudio de dichas propiedades, consiguiendo un avance en el proceso sistemático de fabricación de pigmentos minerales, proceso que se diferencia del aplicado en Occidente.

En la presente tesis se pretende hacer un ejercicio de revisión tanto teórico y conceptual como práctico que nos acerque a un conocimiento detallado sobre los pigmentos utilizados en la pintura tradicional nihonga, en aras a conseguir los objetivos descritos a continuación:

Objetivo general:

El objetivo principal de esta investigación es profundizar en el conocimiento de los minerales utilizados en la elaboración de pigmentos aplicados en la pintura tradicional japonesa Nihonga, mediante una revisión teórica y práctica, para de esta forma acercarse a sus características de producción, así como de aplicación y realizar una comparativa de estos respecto a materiales pictóricos occidentales desarrollados a partir del Siglo XIX.

Dentro de este objetivo se engloba también la recopilación y análisis de diversos ensayos sobre pigmentos minerales para posteriormente valorar más posibilidades en la aplicación de estos y poder sugerir los métodos adecuados para ampliar su uso con diferentes materiales y técnicas pictóricas.

Objetivos específicos:

- El primer objetivo trata de conocer el origen del arte nihonga a través del establecimiento de las distintas denominaciones que ha tenido a lo largo de la historia y de la recopilación de los distintos pigmentos minerales utilizados para su desarrollo.
- El segundo objetivo es investigar en profundidad la tipología de pigmentos minerales producidos en Japón a partir del S. XIX, y caracterizar analíticamente su composición.
- El tercer objetivo trata sobre adquirir un amplio conocimiento del proceso de producción de los pigmentos utilizados en el arte nihonga a través de la consulta de bibliografía antigua y moderna, así como a través de entrevistar a expertos en la materia.
- En el cuarto objetivo se tratará de investigar, mediante series de

envejecimiento por radiación UV y por humedad y temperatura, la posibilidad de mezcla entre los materiales utilizados en nihonga y en pinturas occidentales.

- Se tiene por quinto objetivo analizar el comportamiento de los pigmentos minerales al mezclarlos con aceite de linaza, temple de huevo y goma arábica. De esta forma se considera llegar a conocer el desarrollo del color del pigmento, realizar una comparación de las variaciones cromáticas resultantes y observar el comportamiento de los pigmentos a través del uso de los distintos aglutinantes tradicionales empleados en el arte nihonga.
- La finalidad del sexto objetivo es la de ampliar el conocimiento de las técnicas nihonga.

En base a lo expuesto, mi investigación se divide en tres partes:

En la primera parte planteo una revisión retrospectiva y literaria, consistente en la investigación del primer uso de pigmentos en Oriente y Occidente. Comienzo con un repaso sobre los vestigios del uso de pigmentos que dejaron los humanos en tiempos prehistóricos, como las distintas pinturas rupestres, las herramientas para aplicar los pigmentos, y la cerámica. A continuación, realizo una recopilación bibliográfica retrospectiva de la evolución de nihonga, incluyendo la importante conexión que tiene con el desarrollo de la historia asiática y con la influencia en Japón de la Revolución Industrial del S. XIX. Finalmente, aporto una definición fundamentada del término “nihonga” en Asia.

La segunda parte se basa en el estudio de los elementos básicos que componen el pigmento mineral. Enfocándose en su distinción, en los conceptos básicos y características de los minerales, y realizando una revisión de los nuevos pigmentos desarrollados a partir del S. XIX. También investigo sobre los procedimientos de obtención de los pigmentos minerales y profundizo en el conocimiento de los minerales existentes actualmente en el mercado para su fabricación, así como en el estudio comparativo entre fabricantes destacados.

La tercera parte se centra en la aplicación práctica a través de ensayos, en los que se utilizaron distintos pigmentos minerales, a los que se les aplicó: un estudio sobre sus aspectos cromáticos, una comparación tipológica según el fabricante, un análisis de su comportamiento al aplicar distintos aglutinantes utilizados en nihonga y en Occidente. Por último, realizo una revisión de la evolución cromática del pigmento sometiéndolo a pruebas de envejecimiento.

La metodología aplicada se divide en un seguimiento teórico y práctico, necesario para conseguir los objetivos propuestos y paso a exponerla a continuación:

Recogida de datos, uso de una bibliografía retrospectiva que incluyen la historia del origen del pigmento en Oriente y Occidente, todos los períodos de la historia asiática sobre la aplicación de pigmentos minerales desde la Antigüedad hasta el S. XIX, y una definición del arte nihonga en los países asiáticos, a través del análisis del contexto histórico.

Los documentos revisados son textos de depositología mineral, libros de mineralogía, textos que tratan sobre las distintas propiedades de los minerales, tratados artísticos, artículos relacionados con pigmentos minerales de los fabricantes japoneses, taiwaneses y chinos, y vídeos tutoriales de artistas de nihonga. Los materiales fueron consultados en su lengua original, para lo que fue necesario realizar una traducción, tanto por mi parte, así como también a través de traductores profesionales.

La parte práctica de la metodología se realizó a través estudios comparativos sobre pigmentos minerales comúnmente utilizados en nihonga y pigmentos utilizados en expresiones artísticas occidentales. Los ensayos fueron aplicados mediante la exposición del pigmento a un envejecimiento acelerado, analizando las características resultantes de su carácter físico, químico y morfológico a través del uso de diferentes técnicas microscópicas, tales como la microscopía óptica (Dino-Lite Plus AM313T), microscopía infrarroja (Dino-Lite Edge AM4115FJT), microscopio digital de luz ultravioleta (Dino-Lite UV AM4115FVT), espectrofotómetro de medición de color (SA-5500 de Nippon Denshoku) y fluorescencia de rayos X (analizador XRF portátil DELTA). Igualmente, se ha comparado el comportamiento de los distintos pigmentos, a través de su adherencia (realizado con el corte enrejado MIT-AT123) a aglutinantes de procedencia tanto occidental como oriental, teniendo en cuenta los diferentes soportes utilizados.

CAPÍTULO 1. ANTECEDENTES EN EL DESARROLLO DE LOS PIGMENTOS ORIENTALES Y OCCIDENTALES.

El arte es la manera que tenemos las personas de representar nuestras emociones, nuestros estados de ánimo, sin importar el lugar, el entorno o la época.

El arte, refleja el espíritu de la cultura expresando los pensamientos y la creatividad del propio artista. Este se ve representado a través de las distintas líneas de evolución de la historia y las diferentes culturas, así como del pensamiento, de la estructura social, del contexto histórico, etc., esta evolución general del arte ha ido acompañada también de la evolución de los pigmentos en la pintura y por tanto de una diferenciación entre las culturas occidentales y orientales lo cual es obvio y notable.

A lo largo de la historia artística del ser humano, la pintura posiblemente ha sido uno de los primeros modos de creación artística. Sobre la pintura, Nigel Wentworth escribe:

“La pintura no es sólo una actividad, es un modo de vida, un pintor vive para pintar y vive a través de pintar. Los materiales utilizados en la pintura pueden ser un vehículo para el pintor con el cual producir, revelar y realizar su propio pensamiento, lo que tiene un significado vital para el pintor.”¹

Cualquier potencial que asignemos a un material se revela a través de la forma en la que el artista realiza su creación. Determinados materiales pueden provocar energía creativa para el pintor, mientras que otros pueden conducir a la pérdida del poder creativo y, por lo tanto, la obra puede llegar a no transmitir ese poder creativo al espectador. Es por lo que en esta investigación se considera necesario hacer una revisión histórica de los pigmentos con la finalidad de comprender el significado de los distintos usos en la pintura a lo largo del tiempo.

En esta parte se hace una revisión sobre el contexto histórico asiático de los pigmentos minerales, empezando con una exploración del empleo de pigmentos en tiempos prehistóricos. Enseguida, nos centramos en China, cimiento del uso del pigmento mineral en Asia, tratando el desarrollo de los pigmentos en cada dinastía, incluyendo también la afectación del paso del tiempo en los géneros de la pintura tradicional china y los acontecimientos importantes ocurridos a partir del S. XIX en la historia de nihonga.

¹ WENTWORTH, Nigel, *The Phenomenology of Painting*. 繪畫現象學. Jiangsu Fine Arts Publishing, Nanjing, 2006, p. 48.

1.1. Breve historia del origen de los pigmentos.

Los pigmentos se han utilizado como colorantes desde la prehistoria. Los humanos primitivos creaban obras artísticas brillantes con materiales terrestres, biológicos y minerales que disponían, como la arcilla, sangre, distintos moluscos, etc. Debido a la diversidad del entorno y a la evolución de la cultura, el desarrollo del arte en Occidente y Oriente fue adquiriendo distintas características que implicaron diferencias expresivas entre ambas regiones.

En este capítulo nos centramos en el arte rupestre occidental y en la cerámica oriental, a través de una revisión literaria extensa, para analizar la composición de diferentes pigmentos y su aplicación.

1.1.1. Arte rupestre en Occidente.

El origen de los pigmentos se remonta al arte rupestre, una de las expresiones artísticas más antiguas, y a su vez más representativas del arte prehistórico.

Las pinturas rupestres más conocidas y famosas del mundo están en Australia, España y Francia. Una de las representaciones del arte rupestre más antigua, datada corresponde aproximadamente al año 40000 a. C., se ubica en Australia, concretamente en el emplazamiento Ubirr, dentro del Parque Nacional Kakadu, en el que ya se pueden apreciar distintas informaciones de los pigmentos que se utilizaban en ese tipo de expresiones pictóricas de la zona:

“Las arcillas teñidas con hierro se utilizan para producir pigmentos rojos, naranjas y amarillos, siendo el rojo el más rico en hierro y el amarillo el que tiene menos hierro. Otros materiales utilizados para los pigmentos incluyen la hematita, rica en hierro para el rojo; limonita y goethita para el amarillo; caolín (arcilla para pipa) o huntita para el blanco; y óxido de manganeso para el pigmento negro.”²

La producción de pigmentos se realizaba de una forma primitiva, esto es, añadiendo agua a los minerales y triturándolos en depresiones de piedra. El arte rupestre era y sigue siendo una parte importante en la vida de los aborígenes de esos emplazamientos. Las pinturas Ubirr muestran animales que con el tiempo se han extinguido y dibujos de figuras ataviadas con vestimentas ceremoniales que, según la

² Kakadu National Park, *Rock art: Gunbim*. [Consulta 6-11-2019]. Disponible en: <https://parksaustralia.gov.au/kakadu/pub/gunbim.pdf>

tradición, representan a los espíritus que enseñaron a los humanos a cazar y a pintar. Por ejemplo, según las creencias de los aborígenes del norte de Australia, los espíritus Mimi fueron los primeros de los ancestros en pintar sobre roca, y fueron quienes les enseñaron a pintar³. La figura 1 corresponde a una de las pinturas Ubirr más antiguas en la que aparece un cazador representado con el estilo denominado Rayos X⁴⁵.

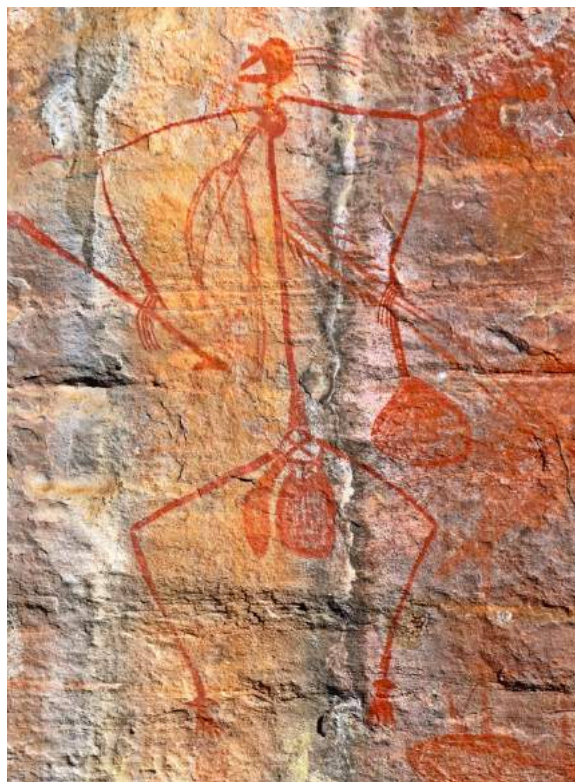


Fig.1. Arte Rupestre de Ubirr, Australia.

Por otro lado, en el norte de España se han encontrado varias cuevas con pinturas rupestres. Una de ellas es la de la cueva de El Castillo, situada en Puente Viesgo, Cantabria, declarada Patrimonio de la Humanidad por la UNESCO en 2008. Según la investigación del profesor García Díez et al., las representaciones repetitivas de siluetas de manos (véase fig. 2) en la cueva de El Castillo se produjeron durante un largo período de tiempo y pueden tener más de 37000 años⁶.

³ GREEN, Stewart M., *Rock Art: The Meanings and Myths Behind Ancient Ruins in the Southwest and Beyond*. Rowman & Littlefield Publishing Group, Lanham, 2018, p.5

⁴ BIRX, Harry James, *Encyclopedia of Anthropology*. vol.1, Sage Publications, California, 2005, p.2237.

⁵ FARTHING, Stephen, *Arte: toda la historia*. Blume, Barcelona, 2010, p. 17.

⁶ GARCÍA DIEZ, Marcos, et al., *The chronology of hand stencils in European Palaeolithic rock art: implications of new U-series results from El Castillo Cave (Cantabria, Spain)*. vol. 93, *Journal of Anthropological sciences*, Roma, 2015, p. 135-152.



Fig. 2. Manos en la cueva de El Castillo de Puentes Viesgo, Cantabria.

Otra cueva destacada por contener restos de arte rupestre en España es la cueva de Altamira, ubicada en Cantabria. En ella se conservan algunos de los mejores ejemplos de pinturas y dibujos rupestres del mundo⁷. Las pinturas más conocidas de este emplazamiento son las que representan bisontes (véase fig. 3), que datan hace aproximadamente 14000 años⁸. Otras pinturas representan escenas de caballos, una hembra de ciervo u otros animales. La sensación de realismo en las representaciones es generada por los abultamientos naturales de la roca, lo cual les confiere un aspecto tridimensional.



Fig. 3. Vista del Techo de los Polícromos.

⁷ FARTHING, Stephen, *Arte: toda la historia*. Blume, Barcelona, 2010, p. 17.

⁸ OROQUIETA, Javier DeFelipe, *El Jardín de la Neurología: Sobre lo bello, el arte y el cerebro*. Boletín Oficial del Estado, Madrid, 2014, p. 56.

Probablemente los creadores de estas pinturas confiaban en una misma paleta de colores básicos, dado que la mayoría de ellas contienen tonos rojos, junto con una gama de colores cálidos, desde la marrón tierra al amarillo pajizo. Según el análisis de las muestras de las cuevas de Altamira realizadas por el profesor José María Cabrera, la composición de los colores de tales pinturas es dada por los minerales que las componen, por ejemplo, el color rojo se debe a la hematita y su intensidad cambia de color marrón y amarillo cuando ocurre un aumento de otros minerales tales como la goethita. Por otro lado, el color rojo violáceo está compuesto por un 90% de hematites, el blanco contiene mica y cuarzo, y la composición del color gris es muy parecida a la del blanco, aunque debido a su contenido en partículas de ocre y carbón el tono cambia a gris. El color rosa tiene una composición de base de calcita, cuarzo y ocre rojo, y el pigmento negro está hecho de carbón vegetal⁹. Casi todos los tonos se conseguían a través de minerales naturales.

A principios del siglo XX se extrajeron de las cuevas de Altamira residuos de huesos y abundantes fragmentos ocre de hierro, así como guijarros manchados de ocre, los que supuestamente, servían para preparar el color.

Durante las excavaciones realizadas entre 1924 y 1925, en dichas cuevas, el profesor Obermaier encontró lápices de ocre rojo y amarillo, carbón de madera y marga blanca grisácea, materiales que pudieron ser utilizados para la confección de los colores. En posteriores informes se habla de otros restos encontrados, por ejemplo: ámbar, fósiles y cristal de roca, colorante ocre, óxido de hierro y marga¹⁰. Las variaciones en la intensidad o el tono se obtenían triturando las materias colorantes en bruto y diluyéndolas posteriormente en jugos naturales como sangre animal o saliva, o también raspando la roca para crear una línea más pálida.

En Francia, se descubrieron restos de arte rupestre en las cuevas de Lascaux, en Dordogne, que datan de hace 14000 años aproximadamente¹¹. Las imágenes encontradas en dichas rocas representan una temática animal, predominando los motivos de caballos, seguidos por los ciervos, y luego el íbice, el bisonte, leones y osos. También se encontró una cantidad significativa de símbolos abstractos, e incluso figuras humanas.

⁹ CABRERA GARRIDO, José María, *Conservación de la Cueva de Altamira: Sugerencias para un programa de trabajo*. Altamira Symposium, Ministerio de Cultura, Madrid, 1981, p. 621-642.

¹⁰ CABRERA GARRIDO, José María, *Conservación de la Cueva de Altamira: Sugerencias para un programa de trabajo*. Altamira Symposium, Ministerio de Cultura, Madrid, 1981, p.621-642.

¹¹ FARTHING, Stephen, *Arte: toda la historia*. Blume, Barcelona, 2010, p. 17.

Las pinturas también eran hechas a través de minerales naturales, y los colores predominantes eran el rojo, amarillo y negro. El Ministerio de cultura de Francia informa sobre la composición de los colores utilizados en estas cuevas:

“Sólo los pigmentos de origen mineral se han conservado; sin embargo, las investigaciones llevadas a cabo hasta ahora nunca han puesto en evidencia colorantes orgánicos. Los pigmentos son óxidos metálicos, hierro y manganeso, así como de carbón de madera. El análisis de los pigmentos pone de manifiesto que los rojos son hematites, los amarillos goetitas.”

“Los análisis realizados en La Mouthe a finales del siglo XIX, y los descubrimientos de Font-de-Gaume, en 1901, de Lascaux en 1940, de Rouffignac en 1956 y de Villars en 1958, confirmaron el origen mineral de los colorantes. Se observó, no obstante, que, en la región, los colorantes negros eran todavía de óxido de manganeso. En las otras regiones (Lot, Ardèche o Ariège) el carbón de madera o de hueso se sustituía, la mayoría de las veces, por óxido de manganeso.”¹²

Los materiales encontrados en las cuevas francesas son muy parecidos a los de las cuevas de España y de Australia. Por lo general, y según los restos hallados, los pintores rupestres emplearon una amplia variedad de productos para sus creaciones. Obtenían y producían herramientas de pintura a través de materiales locales, por ejemplo, en las cuevas de Lascaux, los contornos negros contenidos en algunas imágenes eran pintados mediante el uso directo de barras de carbón¹³. También emplearon pinceles hechos de ramas, plumas u hojas (véase fig. 4).



Fig. 4. Imagen de cueva de Lascaux pintada con pincel.

¹² Ministerio de Cultura de Francia, *El arte parietal: materia prima*. [Consulta 23-11-2019]. Disponible en: <https://archeologie.culture.fr/lascaux/es/materia-prima>

¹³ RASMUSSEN, David Tab, et al., *The origin and evolution of humans and humanness*. Jones & Bartlett Learning, Burlington, 1993, p.98.

Aunque hemos mencionado ciertas representaciones temáticas en las pinturas rupestres, cabe señalar que, algunas imágenes encontradas tienen aspectos difusos en los que no se distingue figura concreta alguna, esto probablemente pueda ser debido a la técnica empleada a la hora de elaborar las imágenes. Por ejemplo, se conoce del uso de varias técnicas empleadas en la prehistoria, entre las que destacan el soplado a través de huesos secos de pájaro; o el masticado de pigmentos para posteriormente adherirlos a la pared escupiéndolos¹⁴. El especialista francés en el campo del arte paleolítico, Michel Lorblanchet, ha obtenido la famosa imagen de caballos moteados en la gruta de Pech Merle (véase fig. 5). Según el experto, la técnica empleada en esa pintura fue la del masticado de pigmentos y su adherencia a la pared a través de la mezcla con la saliva previa a ser escupida¹⁵.

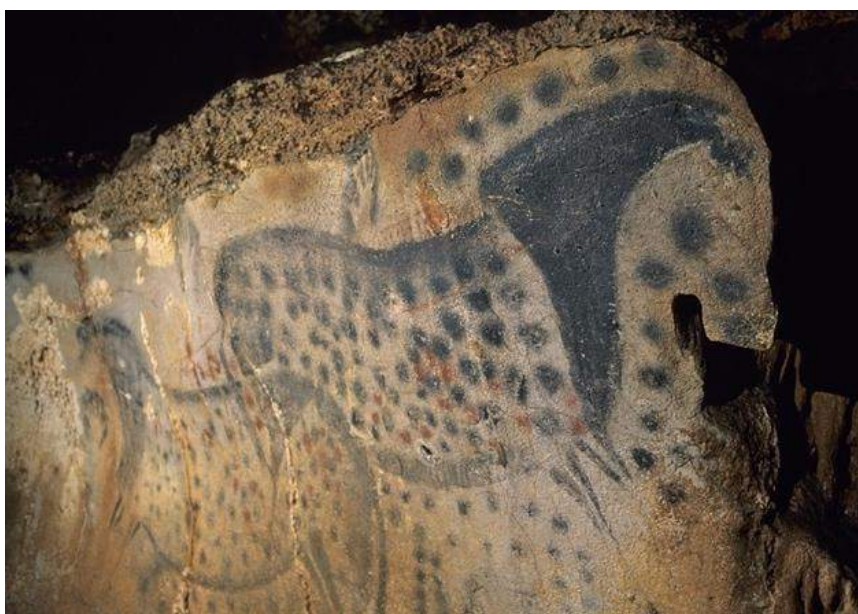


Fig. 5. Caballos moteados de la gruta de Pech Merle, en Cabrerets, Francia.

¹⁴ JOHANSON, Donald E.; JOHANSON, Donald C.; EDGAR, Blake, *From Lucy to language*. Simon and Schuster, Nueva York, 1996, p. 102.

¹⁵ RASMUSSEN, David Tab, et al., *The origin and evolution of humans and humanness*. Jones & Bartlett Learning, Burlington, 1993, p.98.

1.1.2. Arte rupestre y cerámica antigua en Oriente.

A lo largo de la historia artística oriental, India tiene la tercera mayor concentración de arte rupestre del mundo, después de Australia y África¹⁶. En el oeste de la India, el Estado de Gujarat continúa siendo uno de los emplazamientos más ricos en restos de arte rupestre. Estos lugares se encuentran alrededor de los estados de Baroda, Bhavnagar y junto a la cordillera Aravalli.

En Maharastra, Inamgaon, Chandrapur y en Nasik también podemos encontrarnos representaciones de arte prehistórico, así como también, al sur de la India en lugares como Tamilnadu, Kerala y Karnataka.

En India, hay pinturas prehistóricas con aproximadamente 10000 años de antigüedad e incluso algunas podrían ser mucho más antiguas¹⁷. Dentro de estas destacan las pinturas denominadas los abrigos rupestres de Bhimbetka (véase fig. 6) en la que se emplearon más de diez colores para su elaboración, tomando como colores principales el blanco y el rojo.



Fig. 6. Pintura rupestre de los abrigos rupestres de Bhimbetka.

¹⁶ LIN, Zhi Man y XIAO, Feng, *Arte primitivo salvaje y áspero. 狂放粗獷的原始藝術*. Liaohai Publishing House, Liaoning, 2008, p.100.

¹⁷ JAVID, Ali y TABASSUM, Javeed, *World Heritage Monuments and related edifices in India*. Algora Publishing, Nueva York, 2008, p.19.

Según la investigación del arqueólogo indio Yashodhar Mathpal, el detalle de los colores en dicha pintura se basa en la utilización del blanco con tintes amarillentos y azulados, el uso de rojo claro (tono de hematita puro), rojo oscuro, umber quemado, siena quemado, bermellón, escarlata, carmesí (parecido al color de la sangre), sepia (marrón oscuro), violeta, naranja, amarillo, ocre amarillo, siena crudo, verde azulado (verde esmeralda) y negro¹⁸.

Por otra parte, se puede encontrar información sobre los materiales utilizados para producir colores, en las representaciones rupestres de la India, en el libro *Monumentos del Patrimonio Mundial y edificios relacionados en la India*¹⁹, escrito por Ali Javid:

*“Los pigmentos utilizados para colorear se obtuvieron en las colinas circundantes. El ocre, óxido de hierro hidratado, se usó mezclado con arcilla para dar color rojo. Cuando se quema, produce un amplio espectro de colores: amarillo, marrón y naranja. El compuesto de cobre produce verde. Para el blanco se utilizó caolín, yeso, excrementos de pájaros o látex de plantas. Los pigmentos se mezclaban con agua. El blanco y el verde se diluían con mucha agua para dar colores transparentes. Rara vez se usaban colores sólidos o en polvo. Los colores opacos húmedos se lograban mediante la aplicación de pigmentos en aceites.”*²⁰

Aún hoy no se ha llegado a determinar exactamente cómo se producían las pinturas y tampoco qué materiales se utilizaban. Posiblemente, en tales períodos de la Antigüedad, los pintores depositaban la pintura en recipientes hechos de calabaza, bambúes huecos o copas de hoja²¹. A lo largo del tiempo, las técnicas fueron avanzando, y se fueron creando vasijas de barro en las que se deposita la pintura. Los pigmentos se aplicaban a mano o utilizando ramas pequeñas, también hay imágenes pintadas con pinceles hechos con pelo de animales o fibras vegetales²².

En los restos de arte rupestre de Bhimbetka aparecen representadas escenas de animales y de actividades cotidianas, por ejemplo, se han encontrado imágenes de caballos, búfalos, monos, ciervos, elefante, etc., también se han hallado escenas de caza, baile, símbolos geométricos, peleas de animales o guerras entre tribus.

¹⁸ MATHPAL, Yashodhar, *Prehistoric Painting of Bhimbetka*. Abhinav Publications, Ajmer, 1984, p. 189.

¹⁹ En inglés: World Heritage Monuments and related edifices in India.

²⁰ JAVID, Ali y TABASSUM, Javeed, *World Heritage Monuments and related edifices in India*. Algora Publishing, Nueva York, 2008, p.19.

²¹ MATHPAL, Yashodhar, *Prehistoric Painting of Bhimbetka*. Abhinav Publications, Ajmer, 1984, p. 189.

²² JAVID, Ali y TABASSUM, Javeed, *World Heritage Monuments and related edifices in India*. Algora Publishing, Nueva York, 2008, p.19.

En China, los primeros restos pictóricos se encontraron en la región de Zhoukoudian (en mandarín, 周口店), donde se aprecian distintas representaciones hechas por los antepasados de la región, también llamados Shandian²³. Datan de hace aproximadamente 25000 años. En esta zona, durante el periodo Paleolítico se utilizaban dientes de animales, conchas, piedras, etc. A modo de decoración, también se realizaron tinciones con hematita para distintos accesorios, como el que se muestra en la figura 7 (representación de las joyas más antiguas hechas en China).



Fig. 7. Adorno y hematita del Paleolítico de China.

Además del uso de pigmentos minerales en Zhoukoudian, también se ha encontrado cerámica en sitios arqueológicos que se remontan al neolítico en otras zonas de China. Las grandes cantidades de cerámica encontrada en dichos asentamientos recibe el nombre de cerámica antigua pintada (en mandarín, 彩陶). Este tipo de cerámica antigua suele tener una gran variedad de dibujos. Su origen se suele relacionar con la cultura Yangshao (en mandarín, 仰韶文化), durante los años 3000 a. C. a 5000 a. C.²⁴, la cual se extendió poco a poco a otras zonas. Por ejemplo, se extendió hacia la cultura Majiayao (en mandarín, 馬家窯文化) (3300 a. C. a 1800 a. C.²⁵), hacia la cultura Qujialing (en mandarín, 屈家嶺文化) (aproximadamente del año

²³ En mandarín se escribe: 北京山頂洞人, y en inglés se escribe: Upper Cave Men, que significa gente de la cueva superior. Son fósiles de humanos anatómicamente modernos.

²⁴ SULLIVAN, Michael, *Historia del arte chino. 中國藝術史*. SMC Publishing, Taipéi, 2017, p.3.

²⁵ DAI, Yi y GONG, Shu Duo, *Historia general de China. 中國通史*. Association of Chinese Historians, Pekín, 2006, p.25.

4500 a. C.²⁶), hacía la cultura Dawenkou (en mandarín, 大汶口文化) (3500 a. C. a 2500 a. C.²⁷), y hacía otras culturas de la Edad de Bronce, como la cultura Xindian (en mandarín, 辛店文化) (1000 a. C.²⁸). De todas estas culturas se han desenterrado restos de cerámica antigua pintada. Se intuye que, para el proceso productivo de esta cerámica, el primer requisito era encontrar materiales resistentes a altas temperaturas y que no se descompusieran al someterlos a las mismas. Por ejemplo, la hematita en grandes cantidades tiene una alta resistencia a elevadas temperaturas y el color que presenta es debido a la dominancia mineral que contenga, lo que repercute en la variación tonal de los pigmentos. Además, los pigmentos minerales recolectados debían de triturarse varias veces hasta obtener un polvo fino²⁹. Cuanto más fino era el pigmento, mejor se adhería a la superficie, y su mezcla con el agua y otros pigmentos triturados daba como resultado una mezcla de colores distintos.

Por otra parte, otro aspecto a subrayar del proceso productivo de los pigmentos en la antigua China es el de los objetos arqueológicos desenterrados en distintos emplazamientos de la cultura Dadiwan (en mandarín, 大地灣文化) (6500 a. C. a 6000 a. C.³⁰) donde se solían utilizar hachas de piedra (véase fig. 8) para pulverizar los distintos minerales que pasarían a convertirse en pigmentos. Se ha observado que tales hachas de piedra a menudo aparecen teñidas de pigmentos, así como de restos de piedra de molino y de materiales molidos³¹. Los molinos solían ser redondos, cónicos y en forma elíptica, con una superficie lisa (véase fig. 9). Además de asegurar la adhesión del pigmento, también había que controlar la temperatura de cocción de la cerámica para evitar que los pigmentos perdieran su tonalidad después de someterlos a altas temperaturas.

²⁶ HUANG, Da Shou, *Historia general de China I. 中國通史上卷*. Wu-Nan Book, Taipéi, 1989, p.79.

²⁷ DAI, Yi y GONG, Shu Duo, *Historia general de China. 中國通史*. Association of Chinese Historians, Pekín, 2006, p.24.

²⁸ CAO, Zhe Zhi, *Colecciones nacionales. 國寶大典*. Wen-Hui Press, Shanghai, 1996, p.70.

²⁹ YANG, Lan Ying, *Historia de arte y artesanía de China. 中國工藝美術史*. China Light Industry Press, Pekín, 2012, p. 10.

³⁰ HUO, Yan Ru, *Discusión del emperador Yan y la nacionalidad Han. 炎帝與漢民族論集*. San-Qui Press, Shaanxi, 2003, p.234.

³¹ YANG, Lan Ying, *Historia de arte y artesanía de China. 中國工藝美術史*. China Light Industry Press, Pekín, 2012, p. 10.





Fig. 8. Hacha de piedra de la cultura Dadiwan, China.



Fig. 9. Piedra de molino de la cultura Dadiwan, China.

La principal materia prima para la elaboración de la cerámica es la arcilla y por lo general se suele seleccionar arcilla roja de una determinada plasticidad, la cual se procesa mediante lavado, para posteriormente ser trabajada. El color de la cerámica se obtiene, principalmente, controlando su ambiente interno durante el proceso de cocción. La arcilla generalmente contiene hierro, cuando el suministro de oxígeno en el horno es suficiente, los elementos de composición del hierro se oxidan, resultando una cerámica de color rojo pardusco. Por el contrario, cuando el suministro de oxígeno en el horno es insuficiente, parte del óxido de hierro se reducirá y la cerámica

aparecerá de color gris³². Se podría considerar que el proceso de elaboración de la cerámica permitió llegar hasta el primer prototipo del pigmento *shin-iwa*, de gran importancia en la pintura Nihonga, dado que este pigmento se procesaba de igual manera. Muchas de las cerámicas desenterradas en China tienen diferentes patrones decorativos, que se decoraban con pigmentos hechos de minerales después de dar forma a la arcilla. Los diferentes colores y el tipo de pigmentos minerales empleados son los siguientes:

Color	Figura de cerámica	Descripción
Rojo	 <p data-bbox="448 1137 703 1200">Fig. 10. Cerámica de la cultura Majiayao.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Es uno de los primeros colores utilizados en China, y también es el más común en las culturas del Neolítico. • Las culturas en las que se ha encontrado un mayor uso de este color son la cultura Dadiwan y la cultura Majiayao. • El mineral más utilizado para conseguir dicho color es la hematita. Además de utilizar la arcilla roja como principal material para la elaboración de cerámica, se han encontrado objetos cerámicos pintados con arcilla roja de gran contenido en hierro.
Negro	 <p data-bbox="448 1641 703 1704">Fig. 11. Cerámica de la cultura Majiayao.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Las culturas representativas del uso de este color son la cultura Majiayao y la cultura Longshan (en mandarín, 龍山文化) (3000 a. C. a 2000 a. C.³³). • Los minerales principalmente utilizados para la obtención de este color son la hausmannita y la magnetita³⁴. Sobre la apariencia de la cerámica, color de cerámica negra de la cultura Majiayao es más brillante. • Por la pureza del pigmento y su grado de molienda. Cuanto más fina sea la

³² HUANG, Yong, Fei, *Una breve historia de artesanía de China*. 中國工藝美術簡史. Song Ye Publishing, Taipéi, 2019, p. 1-2.

³³ LIN, Tian Ren, *Un estudio sobre la cultura regional de la dinastía pre-Qin*. 先秦三晉區域文化研究. Nan Book, Taipéi, 2003, p.119.

³⁴ MA, Qing Lin, et al., *Análisis de rayos X de pigmentos blancos y negros de cerámica de la cultura Majiayao*. 馬家窯類型彩陶黑、白顏料的X-射線衍射分析. Revista de la Universidad de Lanzhou: Edición de Ciencias Naturales, vol. 36, no.2, Universidad de Lanzhou, Lanzhou, 2000, p.54.



		<p>pintura y cuanto más lisa sea la superficie de la cerámica antes de la cocción, más delicada y pulida será la apariencia de la cerámica producida.</p>
Marrón	 <p>Fig. 12. Cerámica de la cultura Majiayao.</p>	<ul style="list-style-type: none"> Existen dos criterios sobre el origen de la composición del color marrón en la pintura china. El primero sostiene que la composición química del color marrón y la del color negro es la misma, solamente varía el nivel de contenido de manganeso, ya que en el color marrón se encuentra en menor proporción que en el color negro³⁵. El segundo asegura que, a través del surgimiento de las técnicas de tonificación del color, se utilizaba una mezcla de pigmentos negros y rojos para enriquecer la gradación del color de la cerámica³⁶.
Blanco	 <p>Fig. 13. Cerámica de la Cultura Yangshao.</p>	<ul style="list-style-type: none"> Se cree que la aparición del pigmento blanco ocurrió en la segunda mitad del período Neolítico. Las culturas representativas del uso de este color fueron la cultura Yangshao y la cultura Majiayao. Se realizó un análisis de la cerámica de la cultura Majiayao mediante difracción de rayos X, a través del cual se encontró que el pigmento blanco estaba compuesto por yeso o por calcita. A estos componentes se le sometían a una serie de reacciones químicas antes y después de la cocción, obteniendo así una cerámica de color blanco³⁷.

Tabla 1. Colores de las cerámicas.

³⁵ LI, Wen Jie, *Proceso de fabricación de cerámica*. 陶製品製造工藝. Arqueología. vol. 382-387, China Science Publishing, Pekín, 1999, p. 831.

³⁶ MA, Qing Lin, et al., *Investigación sobre pigmentos compuestos de color negro y rojo de tipo Banshan y Machang*. 半山、馬廠類型黑、紅彩陶器複合顏料研究. Revista de la Universidad de Lanzhou: Edición de Ciencias Naturales. vol. 36, Universidad de Lanzhou, Lanzhou, 2000, p.76.

³⁷ MA, Qing Lin, et al., *Análisis de rayos X de pigmentos blancos y negros de cerámica de la cultura Majiayao*. 馬家窯類型彩陶黑、白顏料的X-射線衍射分析. Revista de la Universidad de Lanzhou: Edición de Ciencias Naturales, vol. 36, no. 2, Universidad de Lanzhou, Lanzhou, 2000, p.55-58.

En cuanto a las herramientas para aplicar la pintura, de momento no se han hallado en las distintas excavaciones realizadas, pero según la investigación y la observación de cerámica desenterrada en la actualidad, se especula que esta era pintada con una herramienta similar a un pincel. No sólo utilizaban plumas y cabello animal, sino que es posible que utilizaran un pincel suave hecho de fibra vegetal blanda³⁸, el cual era el prototipo de los materiales básicos de la pintura oriental. Sin este tipo de material no se podrían haber completado los dibujos de malla fina y dientes de sierra en los ejemplares Banshan obtenidos (véase fig. 11) y tampoco en los de estilo Machang³⁹. Se puede observar también, en las líneas esbeltas y lisas de las cerámicas, que probablemente fueron pintadas con un pincel duro hecho de pelos de lobo y ciervo, los cuales hacen que las líneas parezcan rígidas y cortantes.

La cerámica coloreada producida en China tiene una gran cantidad de dibujos geométricos que suelen representar patrones de tela tejida, redes de pesca, hojas, el vórtice del agua, etc. El movimiento de giro de la pieza de cerámica formaba un equilibrio, una repetición y una fuerza que se creaba con pinceles y pigmentos minerales según se aprecia en los objetos encontrados. En la figura 14 se muestra un cuenco de la cultura Yangshao en la que se representan peces y máscaras humanas. Este tipo de cerámica es considerada una reliquia histórica nacional de primera clase en China. Existen distintas valoraciones sobre el significado de los dibujos, y una de ellas tiene más aceptación que el resto, esta sostiene que el significado trata sobre la relación de la vida y la muerte defendida en la cultura china de aquella época⁴¹. Por contra, los frascos de cerámica desenterrados de estilo Banshan, de la cultura Majiayao, representan espirales y tableros de ajedrez, como se aprecia en la figura 12. La temática decorativa por excelencia en la cerámica trataba detalles de flora y fauna, generalmente estos detalles estaban hechos con formas geométricas y tienen la estructura y el espíritu que muestra el magnífico nivel artístico que tenían los habitantes más antiguos de oriente.

³⁸ LIN, Shao Xiong, *El encanto permanente de la cultura estética humana: la influencia de la cultura de la cerámica pintada en la civilización china*. 人類審美文化的永久魅力: 彩陶文化對華夏文明的影響初探. Estudios de Literatura y Arte, vol. 6, Academia de Artes de China, Pekín, 2001, p. 119.

³⁹ La cerámica tipo Banshan pertenece a la cultura Majiayao tardía, datada entre los años 2500 a. C. al 2200 a. C.

⁴⁰ El estilo de cerámica Machang es un tipo de cerámica de la cultura Majiayao ubicada en la Provincia de Gansu y Qinghai, datada entre los años 2200 a. C. al 1800 a. C.

⁴¹ HE, Yun y LI, Bei Lei, *Una investigación sobre la influencia de la cultura de la cerámica pintada en la antigua civilización china*. 人類審美文化的永久魅力: 彩陶文化對華夏文明的影響初探. Arte nacional, vol. 6, Sociedad de Folklore de China, Pekín, 2007, p. 98-105.



Fig. 14. Cuenco de cerámica, Cultura Yangshao.

La cerámica pintada tenía una enorme variedad de patrones pictográficos y el tema más básico que se solía representar era el de la reproducción, el cual se hacía dibujando una gran cantidad de peces, ranas, plantas, frutas y flores. Los seres humanos tenían una vida más corta en esta época, por lo que perpetuar la familia se convertía en algo urgente y necesario. Representar peces y ranas lo tomaban como un símbolo de fertilidad, especialmente en la sociedad de clanes matriarcales, donde el elogio de la fertilidad era una alabanza a las mujeres.

La cerámica pintada tenía una enorme variedad de patrones pictográficos y el tema más básico que se solía representar era el de la reproducción, el cual se hacía dibujando una gran cantidad de peces, ranas, plantas, frutas y flores. Los seres humanos tenían una vida más corta en esta época, por lo que perpetuar la familia se convertía en algo urgente y necesario. Representar peces y ranas lo tomaban como un símbolo de fertilidad, especialmente en la sociedad de clanes matriarcales, donde el elogio de la fertilidad era una alabanza a las mujeres.

De los puntos tratados anteriormente se puede extraer, con respecto a la aplicación de los pigmentos minerales en Oriente y Occidente, que los primeros pasos en su elaboración fueron muy similares ya que en ambas zonas del planeta se molía el pigmento antes de pintar. Para conseguir una adherencia estable del pigmento en las paredes de las cuevas o sobre la cerámica, se fue descubriendo y entendiendo la necesidad de controlar el tamaño de la partícula del mineral utilizado para su producción. El método inicial para la obtención de pigmentos influyó en épocas posteriores. Con el paso del tiempo, el desarrollo de la tecnología y las técnicas

pictóricas fueron evolucionando. La mayoría de los pigmentos eran extraídos de minerales cercanos a los asentamientos de las antiguas culturas.

Antiguamente, los aglutinantes disponibles para mezclar con los pigmentos eran muy limitados. Se ha descubierto que el aglutinante utilizado en el arte aborígen australiano de las Islas Tiví era una mezcla de la savia de orquídeas, cera, miel de abejas y yema de huevos de tortuga⁴². En el arte rupestre europeo, se utilizaba grasa, sangre, saliva o extractos de plantas tales como la savia de los árboles, etc. En la organización estadounidense Shumla Archaeological Research and Education Center han experimentado con los procesos de aplicación del pigmento rupestre, intentando demostrar la forma de realizar arte por parte de los ancestros que se muestra en la figura 15⁴³.



Fig. 15. Simulación de procesos de aplicación de los pigmentos.

- a. Una selección de ingredientes: pigmentos, yuca para la savia y hueso para la médula.
- b. Extracción de la médula ósea.
- c. Mezclar la médula ósea con ocre rojo
- d. Moler la pintura.
- e. y f. Aplicación en la pintura.

⁴² MOUNTFORD, Charles Percy, *The Tiwi: their art, myth, and ceremony*, Phoenix House in association with Georgian House, London, 1958, p. 20.

⁴³ *Experimentación y simulación de procesos de aplicación de los pigmentos*. [Consulta 23-11-2019]. Disponible en: <https://edu.rsc.org/resources/prehistoric-pigments/1540.article>

En Oriente, y más concretamente en China, se ha encontrado que la pintura rupestre estaba dividida en dos métodos: el grabado y la pintura, y está fechada aproximadamente entre los años 10000 a. C. a 3000 a. C.⁴⁴ El color principal utilizado en esta zona era el rojo, hecho de hematita mezclado con sangre⁴⁵. Por otra parte, a diferencia del arte cavernario encontrado en Occidente, la arcilla de la cerámica oriental no necesitaba ser adherida a través de aglutinantes, sino que, tras realizar los correspondientes dibujos en la superficie, se procedía por cocción a que el pigmento reaccionara químicamente con la textura de la arcilla obteniendo el acabado que completaba el proceso. Con este método, se conseguía un resultado duradero y muy hermoso.

En China, se ha encontrado otro tipo de cerámica del Neolítico medio y tardío, y que en mandarín recibe el nombre de Caihui Tao (en mandarín, 彩繪陶) (véase fig. 16). El proceso de elaboración de este tipo de cerámica se hacía mediante la cocción de la cerámica, después, los pigmentos conseguidos a través de moler los minerales se agregaban junto a una cantidad adecuada de aglutinante vegetal para dibujar en la superficie de la cerámica⁴⁶. Debido a que el color se desprende fácilmente, sin el proceso de cocción, es bastante difícil de conservar. El uso de la pintura mineral Caihui Tao continuó hasta el período más famoso de los reinos combatientes, el de los Guerreros de terracota.



Fig. 16. Caihui Tao de cultura Longshan, China.

⁴⁴ CHEN, Zhao Fu, *Historia del descubrimiento de las pinturas rupestres chinas*. 中國岩畫發現史. Shanghai People's Press, Shanghai, 1991, p. 483.

⁴⁵ GAI, Shan Lin, *Pergamino de la historia sobre las rocas: pinturas rupestres chinas*. 岩石上的歷史圖卷: 中國岩畫. The comercial press, Hong Kong, 1997, p. 126.

⁴⁶ ZHANG, Yong, *Patío de cerámica pintada de la era de Huaiyang*. 淮陽彩繪陶院落的年代問題. Reliquias culturales de China central, vol 1., Museo de Henan, Zheng Zhou, 2001, p. 63-67.

Además de China, en Japón también se ha descubierto otro tipo de alfarería en la que se aplicaban pigmentos minerales. Según las investigaciones sobre la alfarería desenterrada en este país, perteneciente al período Jōmon, de hace aproximadamente 12600 años⁴⁷. Los colores aplicados en este tipo de objetos fueron principalmente el rojo y el negro, y representan el primer prototipo de laqueado japonés que se conserva en la actualidad.

Todas estas técnicas de aplicación de pigmentos a lo largo de la historia experimentaron una ampliación importante durante el S. XIX, etapa en la cual a través de la introducción de nuevas tecnologías industriales se pudo obtener una gama cromática más amplia, la cual se mantiene en la pintura japonesa nihonga de hoy en día.

En un análisis generalizado del uso de pigmentos en Oriente y Occidente, se puede señalar que, a la hora de extraer pigmentos, nuestros antepasados utilizaron materiales minerales muy duraderos y fáciles de obtener. Los resultados se pueden ver en muchas partes del mundo, además de las señaladas anteriormente. Básicamente, para la obtención de los restos de arte rupestre encontrado, se pudieron utilizar sustancias que poseían las siguientes características:

- Eran fáciles de obtener.
- Permitían ser delicadamente molidas con herramientas básicas.
- Tenían un color denso.
- Permitían ser mezcladas con los aglutinantes.
- No perdían su color cuando se mezclaban con los aglutinantes.
- Relativamente resistentes a la intemperie, a la luz y al calor.
- Eran químicamente bastante estables.
- Tenían una amplia durabilidad.

Tanto en el período Paleolítico como en el Neolítico, en el arte oriental y occidental se utilizaba el rojo como color principal, el cual suele estar compuesto por óxido de hierro:

⁴⁷ TAKETA, Hengtai, *Historia nacional del emperador. 天皇の国史*. Instituto PHP, Tokio, 2020, p. 48.

hematita natural. Podemos enumerar los principales pigmentos utilizados en la antigüedad y su respectiva composición mineral:

- Color rojo: compuesto por hematita.
- Color amarillo: compuesto por limonita y goethita.
- Color marrón: compuesto por manganita, oxihidróxido de manganeso (III) ($\text{MnO}(\text{OH})$). También se obtenía a través de mezclar pigmentos rojos y negros.
- Color blanco: compuesto por caolín, huntita, yeso, calcita, cuarzo y mica.
- Color negro: compuesto por óxido de manganeso (MnO_2), hausmannita, magnetita y carbón.

1.2. Contexto histórico del desarrollo del pigmento asiático.

Como se ha mencionado previamente, la aplicación más temprana de pigmentos minerales en Oriente se remonta a las pinturas rupestres de la India, así como también a la zona de Zhoudiankou (China), donde se realizaban pinturas en las que se representaba a personas Shandingdong del período Paleolítico, lugar donde también se originó la creación de la cerámica oriental pintada. A lo largo de la evolución de la historia humana, el uso y el reconocimiento de pigmentos ha ido aumentando. Además de la aplicación de pigmentos minerales, se fueron elaborando pigmentos vegetales gradualmente, como se verá más adelante.

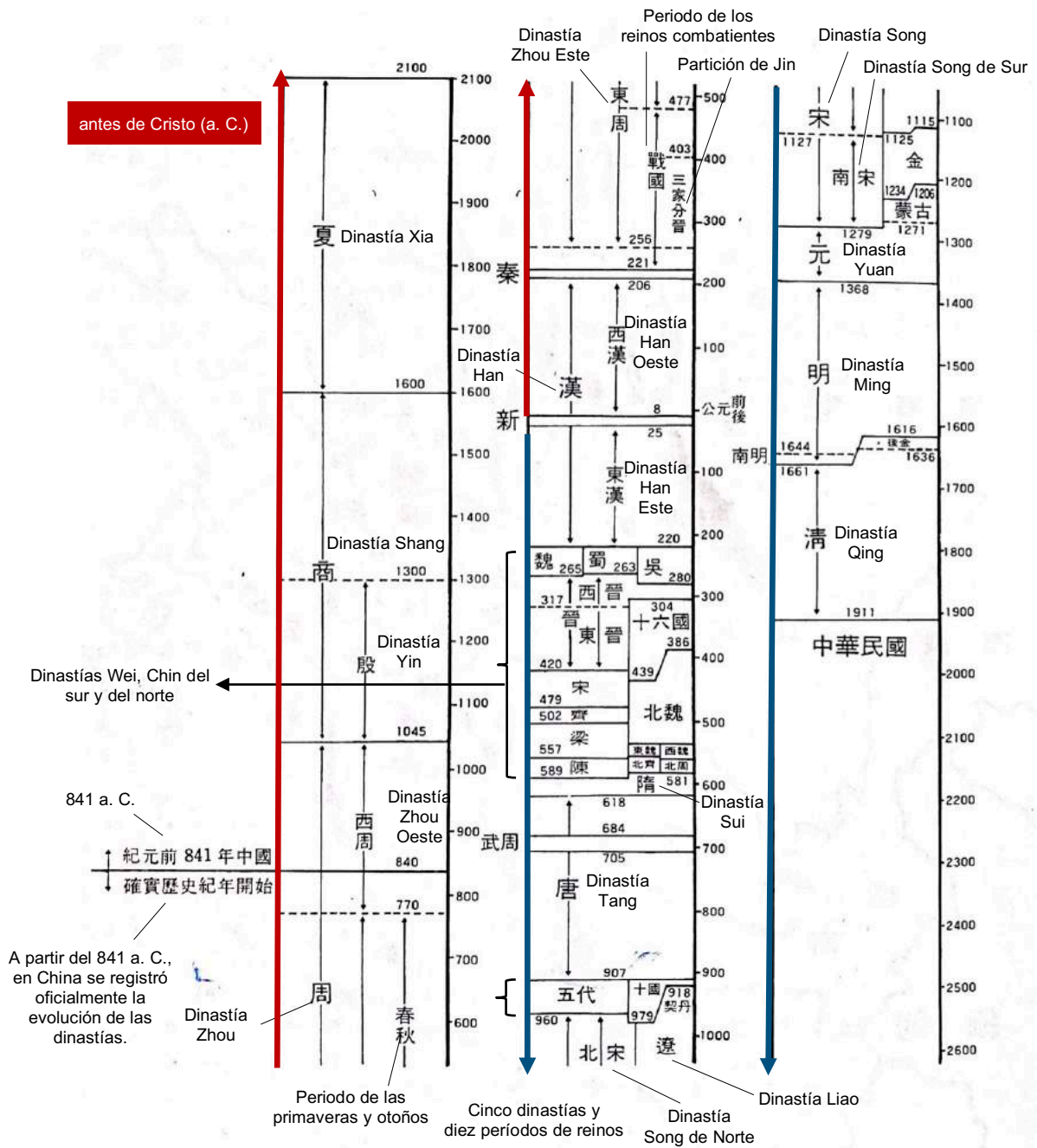
La comprensión actual del arte nihonga proviene principalmente de Japón, pero su aparición se remonta a China y Asia Central durante los períodos previos a la introducción del budismo y la cultura Han⁴⁸ en Japón, y a la creación del primer laqueado japonés. El arte japonés estaba relativamente atrasado en comparación con el arte chino, por lo tanto, Japón fue muy influenciado por la cultura china en aspectos culturales y artísticos.

Este capítulo proporciona una comprensión profunda del desarrollo y de la aplicación de los pigmentos minerales en China a través de la organización del contexto histórico, comenzando desde la primera civilización de la historia antigua, la dinastía Zhou, hasta la dinastía Qing (véase fig. 17). Incluyendo etapas importantes como son: el surgimiento y auge de los murales de Dunhuang y la expansión del budismo hacia Japón. Por tanto, se profundiza en el estudio de la evolución de los pigmentos minerales en cada período de la cultura china clásica, para establecer las bases o fuentes de la pintura nihonga.

⁴⁸ La cultura Han se refiere a la cultura tradicional del grupo étnico de los Han, una etnia que vive principalmente en el este de Asia, perteneciente étnicamente a los pueblos de Asia Oriental, y fue el principal grupo étnico en varios países y regiones modernas. Por ejemplo, China, Taiwán y Singapur.

después de Cristo (d. C.)

antes de Cristo (a. C.)



(註：紀元前841年以前，中國朝代興亡有數種不同的紀年方式，840年以後才有統一的想法。)

Nota: Antes del 841 a. C., el ascenso y la caída de las dinastías chinas tiene varios métodos de cronología diferentes. A partir del 840 a. C. hubo una visión unificada.

Fig. 17. Cronología de la historia china.

1.2.1. Primera civilización de la historia antigua (2100 a. C. a 221 a. C.).

En China, el primer libro escrito sobre artesanía fue el libro titulado *Los Ritos de Zhou Kaogong Ji*⁴⁹, en el cual se registraba a través de distintos pasos, el trabajo de colorear. Los más importantes eran: 畫 (diseñar o planear), 績 (colorear), 鐘 (colorear en seda), 筐 (producir seda) y 巾荒 (devanar desde los capullos de la seda). Esto demuestra que en la dinastía Zhou (1046 a. C. a 256 a. C.) se prestó atención al color ya que además se establecieron puestos oficiales para administrar la pintura. La palabra mineral aparece en el libro *Los Ritos de Zhou* en la que se menciona la prohibición de que el pueblo poseyera minerales como el oro, el jade, el estaño, y el danqing⁵⁰. También, en el libro del filósofo Guang Zhong (725 a. C. a 645 a. C.), que lleva por título *Guanzi*, se consigna que el mineral Danqing se encontraba en las montañas, y la gente conocedora de este mineral solía recogerlo⁵¹. La palabra “Danqing” es una combinación de las palabras del mandarín: *dan* y *qing* que significa cinabrio y azurita respectivamente, dos tipos de minerales mediante los que pueden elaborarse pigmentos. Estos dos minerales fueron la base de los colores principales utilizados antiguamente en Oriente, también hacen referencia al nombre que recibe la pintura china clásica. En esa época, la gente sabía que pintar utilizando pigmentos minerales daba un resultado admirable y duradero. Esto aparece reflejado en el libro *Fayan* de Yang Xiong (53 a. C. a 18 d. C.):

*“Hay que dar importancia a las palabras de los sabios, como sabia es la palabra danqing.”*⁵²

En Asia y principalmente en China, debido a las características durables o indelebles de los colores procedentes de elementos minerales, y que elogiaban a los mártires o promovían la educación ritual, debían pintarse con pigmentos minerales.

⁴⁹ Según la leyenda, escrito por Duque de Zhou (desconocido).

⁵⁰ ZHEHG, Xuan y JIA, Gong-Yan, *Nota y explicación de nota extrañada del libro Los ritos de Zhou. 周禮注疏*. Taiwán classic Publishing, Taipéi, 2001, p. 1117.

⁵¹ LU, Shi Xian y WANG, Yong Cheng, *Análisis e Interpretación de libros antiguos II. 文字析義注下冊*. Taiwan Commercial Press, Taipéi, 2015, p. 101.

⁵² YANG, Xiong, *Fayan II. 法言卷二*. Editorial Zhong Hua, Shanghai, 1936, p. 52.

1.2.2. Dinastía Qin hasta la dinastía Han (221 a. C. a 220 d. C.).

La capital de la dinastía Qin se encuentra en la ciudad china Xianyang dentro de la provincia Shaanxi. Se puede encontrar, en las ruinas arquitectónicas de esta zona, que los palacios generalmente tenían pinturas murales. Sin embargo, los edificios han desaparecido debido a las guerras y al paso de los años, los restos conservados actualmente son muy escasos y la mayor parte de ellos casi han desaparecido. Los fragmentos de murales (véase fig. 18) que se han conservado no se han enseñado al público desde la década de los setenta del pasado siglo XX, porque todavía se desconocen y también por su fragilidad.



Fig. 18. Fragmentos de murales de dinastía Qin, China.

Entre los colores predominantes de los distintos fragmentos encontrados en los restos de los murales de la dinastía Qin, se encuentran el color marrón, verde, rojo, blanco y negro e incluso violeta, los cuales fueron obtenidos a través del cinabrio, la azurita, malaquita y otros pigmentos minerales. El color de los fragmentos de dichos murales es aproximadamente el mismo que el de los guerreros de Terracota, desenterrados en la ciudad de Shaanxi.

La alquimia china se originó en el período de los Reinos Combatientes y el blanco de plomo, pigmento de color blanco extraído del plomo, era uno de los pigmentos más

importantes de esa época hecho que ha quedado registrado en el libro *Ji Nizi* del asesor económico Fan Li, fechado aproximadamente en el año 400 a.C.⁵³

La elaboración de este color a partir del plomo se explica en dicha obra. Se menciona que se sometía el plomo a un entorno compuesto por ácido acético. De esta forma se conseguía una capa de acetato (II) en la superficie del plomo. A este resultado se le practicaba un horneado, para de esta forma obtener una carbonización de este, tras la que la capa exterior pasaba a convertirse de forma lenta en carbonato básico de plomo (II), el cual era raspado, pulverizado, lavado, reposado, secado y molido, obteniéndose así el blanco de plomo⁵⁴. Además de esta forma de obtención del pigmento blanco, este también se conseguía utilizando el caolín y el hidroxilapatito. El hidroxilapatito utilizado en los guerreros de Terracota, de la dinastía Qin, pudo ser añadido desde su forma mineral natural o siendo extraído de huesos blancos, desde los que se formaba a través de agregados calcinados artificialmente, se precisaría realizar una investigación más a fondo para confirmar la procedencia exacta de dicho color.

Una amplia diversidad de colores fue utilizada en la elaboración de los Guerreros de terracota. La investigación del experto Wang Xue Li sugiere los siguientes:

“Los colores de los Guerreros de terracota, pintados de forma plana son bermellón, rojo rosa, rojo anaranjado, rosa, amarillo tierra, rojo púrpura, rosa púrpura, azul oscuro, azul claro verde, ocre, marrón, negro y blanco rosado.”⁵⁵

Los componentes de los colores principales utilizada en los guerreros de terracota era la siguiente: el color negro se extraía del carbón y el color verde era hecho desde la malaquita, material ampliamente utilizado en la antigüedad china; el color rojo se conseguía a través del tetraóxido de plomo, óxido de hierro y cinabrio; el azul procedía de la azurita. (véase fig. 19)

⁵³ YUAN, Zhong Yi y ZHANG, Zhan Min, *Colección de investigaciones sobre guerreros de terracota de la dinastía Qin*. 秦俑研究文集. Shannxi People's Fine Arts Publishing House, Shannxi, 1990, p. 301.

⁵⁴ LU, Jia Xi, et al., *Crónicas generales de la cultura china: Capítulo 7. Ciencia y tecnología*. 中國古代科學史綱. Hebei Science & Technology Press, Shijiazhuang, 1998, p. 342.

⁵⁵ WANG, Xue Li, *Investigación sobre los guerreros de terracota de dinastía Qin*. 秦俑專題研究. Editorial Sanqin, Xi'an, 1994, p. 696.



Fig. 19. Componentes de los colores de los guerreros de terracota, China.

Además, el color que tuvo una especial relevancia en la composición de los guerreros de terracota fue el violeta (véase fig. 20), el cual era de origen artificial. A este color comúnmente se le denomina púrpura Han, conocido también como púrpura china, cuya fórmula química es $\text{BaCuSi}_2\text{O}_6$. También se utilizó el color llamado azul Han, cuya fórmula es $\text{BaCuSi}_4\text{O}_{10}$. Ambos colores contienen silicato de cobre y bario. La investigación actual sobre los restos encontrados de estas culturas, en concreto sobre los Guerreros de terracota, nos aclara que están relacionados con la tecnología y materias antiguas empleadas en la fabricación del vidrio chino⁵⁶. Estos colores solamente se encontraron en objetos desenterrados desde la dinastía Zhou occidental hasta la dinastía Han.

⁵⁶ KOEZUK, Takayasu, *Pigmentos de silicato sintético en la antigua China: acerca de los pigmentos Hanqing que comenzaron en el período de los Reinos Combatientes*. 古代中國的合成矽酸鹽顏料: 關於始於戰國時代的漢青顏料. Trad. ZHOU Rui y ZHANG, Qun Xi, Ensayos recopilados del museo de historia de shaanxi, vol. 11, Editorial Sanqin, Xi'an, 2004, p. 333.



Fig. 20. Guerreros de terracota, China.

Sin embargo, en la actualidad, solamente un número insignificante de los Guerreros de terracota ha conservado los colores. Se estima que tal decoloración haya sido debida a que los fosos, con el paso de los siglos, han estado sometidos a incendios, desplomes, inundaciones, etc., y la pintura se ha ido desprendiendo. Además, los Guerreros de terracota fueron enterrados en un ambiente húmedo durante mucho tiempo, lo que provocó que el envejecimiento de la capa de laca en bruto y cruda fuera severo, perdiendo su adhesión original repercutiendo en la capa del pigmento, la cual también se fue debilitando. La adhesión entre la capa pintada y la tierra es relativamente sólida, formando una capa de limo en la superficie pintada⁵⁷. Por tanto, cuando los Guerreros de terracota fueron desenterrados, en la pintura superficial que los cubría, sucedió un fenómeno conocido como “delaminación”, causante de que la mayor parte de la pintura superficial que componía las esculturas quedara adherida a la tierra. Las sucesivas excavaciones contribuyeron a una subida del nivel de humedad del subsuelo, motivo suficiente para aumentar la pérdida del líquido de la pintura que cubría a los guerreros, por lo tanto, la capa de pintura saturada de líquido comenzó a secarse dando lugar a grietas, lo que causó una deformación notable en las esculturas. Durante el proceso de secado de la capa externa de pintura, la capa inferior se contrajo violentamente y se enroscó severamente, lo que produjo la

⁵⁷ GUO, Lan, *Investigación sobre la protección del color de las figuras de cerámica pintada en la dinastía Han occidental*. 西漢彩繪陶俑色彩保護研究. Revista del Museo de Historia de Shaanxi, vol. 8, Editorial Sanqin, Xi'an, 2001, p. 439.

separación de la capa pintada del cuerpo de la figura la escultura⁵⁸. Esta es la razón principal del desprendimiento de los colores que cubrían a los guerreros de Terracota de la dinastía Qin.

En 1972, una pintura policromada sobre seda con forma de T (véase fig. 21) fue desenterrada de la antigua tumba número 1 de la dinastía Han, en Mawangdui. Dicha obra mide 202 centímetros de largo, 92 centímetros de ancho en la parte superior y 47.7 centímetros de ancho en la parte inferior. En la excavación se comprobó que la parte pintada estaba boca abajo, cubriendo el ataúd.

Las imágenes y colores que presenta son los mejores ejemplos de las primeras pinturas chinas según el análisis e investigación de técnicas y pigmentos aplicados en esta obra:

“Se dibujaron un boceto con tinta clara en la seda, luego se pintaron con pigmentos minerales. Finalmente se linearon con tinta o color bermellón. Los pigmentos aplicados son: cinabrio, tierra roja, índigo, gutagamba, sericita, polvo de concha, etc. El color bermellón distribuido en varias partes de la pintura son el color principal de la imagen.”⁵⁹

El método de coloración aplicado en esta pintura, principalmente se hacía de forma horizontal y el contenido de la pintura representa, de arriba a abajo, el mundo celestial, el mundo humano y el inframundo. Era uno de los muchos objetos funerarios encontrados en las tumbas de la región de Mawangdui. Se cree que en dicha obra se representaban los pensamientos religiosos de la época y probablemente la utilizaron con la creencia de envolver los féretros para conducir a los difuntos hasta el cielo.

⁵⁸ Museo Nacional de Ciencias Naturales, *Guerreros de terracota: exhibición de nuevas reliquias culturales desenterradas de la dinastía Qin*. 兵馬俑-秦代新出土文物展. [Consulta 14-1-2020]. Disponible en: <https://reurl.cc/k7d5O3>

⁵⁹ CHEN, Yun He, *Arte chino en dinastías pasadas: Serie de pintura (parte 1)*. 中國歷代藝術: 繪畫編(上). People's Fine Arts Publishing House, Pekín, 1994, p. 4.



Fig. 21. Desconocido, Pintura policromada sobre seda con forma de T, China.

1.2.3. Período de los tres reinos, dinastía Jin y dinastía del Norte y del Sur (220 d. C. a 589 d. C.).

Durante el periodo de los Tres Reinos, de la dinastía Jin y de las dinastías del Norte y del Sur, el uso de pigmentos minerales experimentó un crecimiento importante.

La obra pictórica más representativa de esta época es *Admoniciones de las Institutrices de la Corte* (véase fig. 22), se le atribuye al artista Gu Kai Zhi (345 d. C. a 406 d. C.). Esta obra fue pintada para ilustrar un texto escrito en el año 292 d. C. por el poeta oficial del imperio, Zhang Hua (232 d. C. a 300 d. C.), para advertir a las mujeres en el harén imperial que respetaran la virtud. La base de la obra es de seda, con colores vegetales y minerales utilizados conjuntamente, se puede apreciar en ella tonos bermellón, ocre, amarillo, blanco, negro como colores principales, y el carmín, índigo, pasto verde como colores auxiliares. Según las investigaciones, el cinabrio, la laterita, el óxido de plomo (II), la creta y el carbón, ampliamente utilizados en cerámicas de la dinastía Jin, correspondían a los colores encontrados en la obra *Admoniciones de las Institutrices de la Corte*⁶⁰.



Fig. 22. Gu Kai Zhi, *Admoniciones de las Institutrices de la Corte*. “女史箴圖”, 25.8 x 470.3 cm.

El calígrafo Mi Fei (1051 d. C. a 1107 d. C.) describió las pinturas de Gu Kai Zhi:

“Línea y color muy vívidos.”⁶¹

En esta frase, el término “color” hace referencia a dos elementos, por un lado, el de los pigmentos utilizados y por otro otro el de los colores conseguidos en la pintura⁶².

⁶⁰ YU, Fei An, *Investigación sobre el color de la pintura china*. 中國畫顏色的研究. Pekín United Publishing, Pekín, 2013, p.19.

⁶¹ TSAI, Yi Fang y LIAO, Jian Qin, *Jinghua Yanyun: Círculo de pintura del norte en los primeros años de la República de China*. 京華煙雲: 民國初年北方畫壇. Xizhitang Publishing, Taipéi, 2002, p. 136.

⁶² KAO, Yung Lung, *Ir a la deriva: Discurso creativo sobre las pinturas de colores intensos de Kao Yung Lung*. Tesis doctoral dirigido por los profesores Lin Chang De y Zhan Qian Yu, Facultad de Bellas Artes, Universidad Nacional Normal de Taiwán, Taipéi, 2012, p.58.

Debemos destacar que el budismo estaba floreciendo gradualmente en ese momento, y su prosperidad y difusión fueron razones importantes para la aparición del arte nihonga. A medida que el budismo se iba extendiendo desde la India hasta Asia Central y Oriental, el arte budista también se iba extendiendo a China. Debido a este hecho, se comenzaron a construir templos, a excavar grutas, a dibujar murales y a esculpir estatuas de Buda, por lo que surgieron muchos pintores.

La cultura y forma artística del budismo fueron representadas principalmente en la Cueva Ajanta de Maharastra, excavada en el oeste de la India desde el Siglo II a. C. al Siglo VII d. C. Cuando el budismo llegó a la región de Gandhara en el noroeste de la India, con las representaciones artísticas realizadas surgió el arte greco-budista, también conocido como estilo Grandhara:

“Bajo la influencia del oeste, el arte de Gandhara probablemente ha sido el lugar donde apareció la primera estatua de Buda. Se mezclaba el realismo clásico del arte local griego y romano con el de Mathura, la capital del sur del Imperio Kushán. La mezcla de estos estilos convierte el concepto metafísico abstracto en una forma concreta.”⁶³

Es una combinación de arte indio y arte griego, introducido en La Llanura Central cercana a Dunhuang, a lo largo de los lados norte y sur del desierto de Taklamakan y al comienzo del corredor Hexi⁶⁴. Regiones en las cuales los pigmentos minerales tenían una gran influencia y similitud. Más tarde, con el paso del tiempo y el cambio de dinastía, los diferentes estilos de pintura del budismo también afectaron directamente a los murales de la gruta budista. En la antigua Ruta de la Seda, concretamente en las Cuevas de Kizil, las Cuevas Kumtura, las Cuevas de los mil Budas de Bezeklik, las Cuevas de Dunhuang, las Grutas del Templo Bingling, entre otras.

⁶³ SULLIVAN, Michael, *Historia del arte chino*. 中國藝術史. SMC Publishing, Taipéi, 1985, p. 114.

⁶⁴ La Llanura Central (en mandarín: 中原) es un concepto geográfico tradicional de la nacionalidad Han, que se refiere a la vasta área de la provincia de Henan en China como el núcleo del curso medio y debajo del río Amarillo, cuna histórica de la civilización china.

⁶⁵ SULLIVAN, Michael, *Historia del arte chino*. 中國藝術史. SMC Publishing, Taipéi, 1985, p. 116.

1.2.4. Murales de las Cuevas de Dunhuang.

La primera de las cuevas en la región de Dunhuang se encontró en el año 366 d. C.⁶⁶ Más de mil años después, en la misma zona, se construyeron más de mil cuevas de forma sucesiva. En estas excavaciones se han moldeado estatuas de Buda y se han pintado murales a mano utilizando una amplia gama de colores (véase fig. 23). Según diferentes investigaciones y estudios analíticos, en dichas cuevas existen pigmentos minerales, pigmentos orgánicos de plantas y sustancias no pigmentarias compuestas principalmente por elementos minerales. Los pigmentos minerales utilizados tienen la cualidad de ser colores puros y saturados, y de tener una buena emisividad de color, durabilidad y un buen poder de cobertura. Por lo tanto, en las pinturas de las cuevas de Dunhuang, estos pigmentos tienen un papel insustituible.



Fig. 23. Cueva de Mogao.

Según el análisis de los colores aplicados, procedentes de pigmentos inorgánicos, se pueden organizar de la siguiente manera:

- Color rojo: los colores más utilizados en los murales eran el cinabrio, el tetraóxido de plomo y tierra roja. Estos se mezclaban con el color blanco para obtener un color rosa.
- Color amarillo: oropimente, óxido de plomo (II) y tierra amarilla.
- Color verde: malaquita y verdigrís.

⁶⁶ SULLIVAN, Michael, *Historia del arte chino*. 中國藝術史. SMC Publishing, Taipéi, 1985, p. 116.

- Color azul: azurita y lapislázuli.
- Color blanco: blanco de plomo, calcita, cuarzo, talco, yeso, óxido de zinc, caolín y mica.

Además, se aplicaron pan de oro y polvo de oro a los murales y esculturas de las cuevas, y en algunas partes del período posterior también se utilizaron técnicas de apilamiento de oro⁶⁷. Los pigmentos orgánicos utilizados en los murales son mucho menores que los pigmentos inorgánicos, entre estos últimos destacan el índigo, cártamo, rubia cordifolia y gutagamba⁶⁸. Todos los materiales fueron seleccionados por pintores experimentados, fieles a las tradiciones locales, utilizando más de 30 tipos de pigmentos. Por lo tanto, estos pigmentos otorgan a las grutas de Mogao una excelente luminosidad.

En 1980, en las Cuevas de Kizil, concretamente en la cueva número 19, se encontró una pizarra de piedra para moler pigmentos. A través del análisis de las herramientas de procesamiento de los colores, se pudo observar que los pintores de las cuevas de Kizil debían haber dominado un conjunto completo de procesos tecnológicos o productivos de pigmento mineral⁶⁹. Aunque la técnica que utilizaban no era una técnica depurada, ya que, si se ciñe a los procesos productivos de hoy en día, los pigmentos deberían haber pasado por los procedimientos de selección de materiales, transformación en polvo, eliminación de impurezas, molido, clasificación, etc., para producir una amplia variedad de colores. Por otro lado, para la aplicación de los pigmentos, estos se mezclaban con agua y aglutinante. De esta forma se pintaba consiguiendo cierta adhesión.

En cuanto al uso de adhesivos de pigmento en las grutas de Mogao, estudios actuales señalan lo siguiente:

“Los tipos de aglutinante son: aglutinantes de origen animal, aceites, resinas naturales blandas y gomas. El aglutinante de origen animal se utiliza principalmente en la capa inferior blanca para hacer que esta capa se adhiera firmemente a la superficie de la piedra o la capa de barro. El aceite vegetal secante se mezcla con goma o con goma laca para

⁶⁷ WANG, Jin Yu, *Paseo por la galería de arte y tecnología de Dunhuang*. 漫步敦煌藝術科技畫廊. Science and technology of China press, Pekín, 1989, p. 71.

⁶⁸ Comité de compilación de la historia de la ciudad Dunhuang, *Historia de la ciudad Dunhuang*. 敦煌市志. Xinhua Publishing House, Dunhuang, 1994, p. 236.

⁶⁹ WU, Chao, *Una revisión de los métodos de pintura de las grutas de Kizil: carácter de la cultura de Regiones del Oeste*. 克孜爾石窟壁畫法綜考: 兼談西域文化的性質. Cultural Relics, vol. 12, Cultural Relics Press, Pekín, 1984, p.15.

dorar con pan de oro o de cobre, y también delinear las imágenes con el sulfuro de mercurio.⁷⁰

El uso de estos aglutinantes puede reducir la posibilidad de enturbiarse al mezclar los colores. Además de las características de los aglutinantes, los pigmentos minerales también tienen un efecto de emisividad de color único, lo que hace que la pintura muestre una variedad tonal. Estos métodos de técnica antigua han continuado a través de los siglos hasta hoy en día.

Con respecto a la composición de pigmentos minerales de cada período, los investigadores han analizado, a través de instrumentos científicos avanzados, los resultados más completos y precisos sobre los pigmentos de las cuevas en Dunhuang. En la tabla siguiente se muestra un análisis de los pigmentos de las Cuevas Mogao en Dunhuang extraída del libro *Protección de los murales y esculturas de las Cuevas de la Ruta de la Seda*, realizado por el experto en conservación y protección de reliquias culturales chinas, Li Zui Xiong⁷¹:

Período	Dinastía	Color	Contenido
Período inicial	<ul style="list-style-type: none"> • Dieciséis Reinos • Dinastía Wei del Norte • Dinastía Wei del Oeste • Dinastía Zhou del Norte 	Rojo	<ul style="list-style-type: none"> - Gran cantidad de tierra roja. - Secundariamente cinábrio. - Pequeña cantidad de cinabrio + tetraóxido de plomo y tierra roja + tetraóxido de plomo.
		Azul	<ul style="list-style-type: none"> - Gran cantidad de lapislázuli. - Pequeña cantidad de azurita.
		Verde	<ul style="list-style-type: none"> - Gran cantidad de atacamita. - Pequeña cantidad de malaquita.
		Marrón oscuro	<ul style="list-style-type: none"> - Principalmente dióxido de plomo. - Secundariamente dióxido de plomo + tetraóxido de plomo.
		Blanco	<ul style="list-style-type: none"> - Principalmente caolinita. - Secundariamente talco.

⁷⁰ SUN, Jin Ji y SUN Hai, *Integración arqueológica china: dinastías Wei y Jin a las dinastías Sui y Tang*. 中國考古集成: 魏晉至隋唐. Zhongzhou Ancient Books Publishing House, Zhengzhou, 2002, p.844.

⁷¹ LI, Zui Xiong, *Protección de los murales y esculturas de las Cuevas de la Ruta de la Seda*. 絲綢之路石窟壁畫彩塑保護. China Science Publishing, Pekín, 2005, p. 36

			<ul style="list-style-type: none"> - Pequeña cantidad de calcita, mica y yeso.
Período siguiente	<ul style="list-style-type: none"> • Dinastía Sui • Dinastía Tang • Período de las cinco dinastías y diez períodos de reinos. 	Rojo	<ul style="list-style-type: none"> - Principalmente tierra roja. - Secundariamente tierra roja + tetraóxido de plomo. - Pequeña cantidad de rejalgar + tetraóxido de plomo.
		Azul	<ul style="list-style-type: none"> - Principalmente azurita y lapislázuli.
		Verde	<ul style="list-style-type: none"> - Principalmente malaquita y atacamita.
		Marrón oscuro	<ul style="list-style-type: none"> - Principalmente dióxido de plomo. - Secundariamente dióxido de plomo + tetraóxido de plomo.
		Blanco	<ul style="list-style-type: none"> - Principalmente calcita. - Secundariamente talco, caolinita, mica y yeso. - Muy poca cantidad de piromorfita y anglesita.
Último período	<ul style="list-style-type: none"> • Imperio Tangut • Dinastía Song • Dinastía Yuan • Dinastía Qing 	Rojo	<ul style="list-style-type: none"> - Principalmente tierra roja. - Secundariamente tierra roja + tetraóxido de plomo, cinabrio y tetraóxido de plomo. - Pequeña cantidad rejalgar + tetraóxido de plomo.
		Azul	<ul style="list-style-type: none"> - Principalmente lapislázuli. - Pequeña cantidad de azurita.
		Verde	<ul style="list-style-type: none"> - Gran cantidad de atacamita.
		Marrón oscuro	<ul style="list-style-type: none"> - Principalmente dióxido de plomo, y secundariamente dióxido de plomo + tetraóxido de plomo. - Muy poca cantidad de óxido de hierro (II, III).

		Blanco	<ul style="list-style-type: none"> - Principalmente yeso. - Secundariamente calcita. - Pequeña cantidad de talco, mica, piromorfita y huntite.
--	--	--------	---

Tabla 2. Resultado del análisis de los pigmentos de las Grutas Mogao en Dunhuang.

Por otra parte, en la conocida obra *Rebound Pipa* (véase fig. 24), pintada en la pared sur número 112 de las Cuevas Mogao, se encontró un pigmento blanco plateado. A través del análisis de difracción de rayos X, se descubrió que este pigmento blanco plateado y reluciente es polvo de moscovita en escamas, natural y muy puro⁷². También se encontró el pigmento blanco de moscovita en la número 12 de las cuevas de Mogao a finales de la Dinastía Tang, el contenido de impurezas es más alto que la anterior y la representación de su color es deficiente⁷³.



Fig. 24. No. 112 de las Cuevas Mogao, *Rebound Pipa*. “反弹琵琶”, China.

⁷² HUANG, Ren Da, *Los colores de China*. 中國顏色. Linking Publishing, New Taipéi City, 2011, p. 230-231.

⁷³ WANG, Jin Yu, *Elaborar sobre los murales y los pigmentos químicos de las grutas de Dunhuang*. 細說敦煌石窟壁畫與化學顏料. Biblioteca centenaria de estudios de Dunhuang en China: El volumen conservado de grutas, Editorial de la cultura de Gansu, Lanzhou, 1999, p.228.

Existe una mina de mica natural no muy lejos del sur de las cuevas de Mogao, en la que puede verse que los pintores antiguos usaban materiales locales para pintar. Se ha sabido, a partir de datos históricos, que los antiguos alquimistas chinos tenían métodos avanzados para preparar polvo de mica en la Dinastía Han⁷⁴. Puesto que esta tecnología sólo fue dominada por unos pocos alquimistas, en esa época no se transmitían dichos conocimientos a otras personas porque los expertos alquimistas eran reacios a compartirlos. Desafortunadamente, al no difundir el método de producción de la mica, su aplicación en los murales de Dunhuang pronto desapareció. Sin embargo, la mica en polvo procesada no es efectiva como pigmento, por lo que se dejó de utilizar en pinturas murales después de la Dinastía Tang. No obstante, a partir de que el pensamiento y el arte budista se extendieron a Japón, se utilizó la mica nuevamente en el arte nihonga.

Los colores de los murales de Dunhuang tienen una historia de más de mil años y a causa de que su pigmentación a lo largo de todo este tiempo ha estado expuesta a factores ambientales, como la luz solar (temperatura) y el aire (oxígeno, humedad), el proceso de envejecimiento de sus materiales aglutinantes no ha sido estable y difiere de una cueva a otra. Ya sean pigmentos minerales naturales o artificiales, ambos pueden presentar problemas de pérdida de color y ser más sensibles a cambios estacionales, fenómenos atmosféricos. Los pigmentos minerales son estables, y la posibilidad de pérdida de color es relativamente baja, aunque en algunos casos es imposible que no se vean afectados, por ejemplo, el viento arenoso hace que las partículas del pigmento se caigan, haciendo que el color se vea más claro. Por otro lado, hay también muchos factores que influyen en el estado de los aglutinantes. Si el aglutinante agregado en el pigmento es escaso, al ir envejeciendo perderá su fuerza adhesiva entre la pared y las partículas del pigmento, causando la caída de éste. Si hay demasiado aglutinante en el pigmento, el envejecimiento del primero hará que la imagen se agriete y se despegue. Incluso en las pinturas nihonga actuales, se continúa presentando este tipo de problema sobre el aglutinante.

Según la investigación sobre los efectos de envejecimiento del aglutinante realizada por el experto Li Zui Xiong:

“Hay mucho carbonato de calcio, sulfato de calcio, etc. en la capa de base y la capa de pintura del mural. Los murales dentro de cuevas están en un ambiente de alta humedad

⁷⁴ Como el libro de Tao Hong Jing (456 d. C a 536 d. C.): *Treinta y seis métodos de digestión de tomar la mica y la piedra* 服雲母諸石藥消化三十六水法 o el libro *Zhouyi CanTong Qi* 周易參同記 escrito por Wei Bo Yang (147 d. C. a 167 d. C.).

*y los aglutinantes (ya sean aglutinantes de origen animal o vegetal.) agregados al pigmento se encuentran en un medio apto para el crecimiento de microorganismos tales como el moho. El peróxido de hidrógeno producido por el proceso metabólico derivado de la reproducción de microorganismos se convierte en un oxidante durante la decoloración de los pigmentos de plomo. Al mismo tiempo, el proceso de crecimiento de los microorganismos también produce algunos oxidantes fotosensibilizantes, que catalizarán la reacción de decoloración del blanco de plomo o albayalde.*⁷⁵

También, existen ciertos pigmentos minerales que, debido a su composición química, causarán decoloración bajo ciertos factores ambientales. Por ejemplo, una pequeña cantidad de ácido sulfhídrico en el aire hará que el albayalde se convierte en negro, o si es mezclado con mercurio o azufre causará cambios de color a lo largo de tiempo. El pigmento que más varía en su coloración es el pigmento rojo, y el tetraóxido de plomo se convertirá en dióxido de plomo negro sometándolo a una luz intensa durante períodos prolongados de tiempo, así como a altas temperaturas y alta humedad⁷⁶.

Los murales de Dunhuang están basados principalmente en carteles budistas con contenidos extraídos de escrituras budistas. Cuando se expresaron a través de las artes plásticas, los pintores antiguos crearon dioses, personajes y escenas de la vida basadas en la sociedad real de la época, expresando así el contenido de la historia del budismo. Por consiguiente, se ve reflejada directa e indirectamente la historia de la sociedad de esa zona. Dunhuang, aún conserva el patrimonio cultural de varias épocas entre las que podemos señalar la época de los Dieciséis Reinos, la de la Dinastía Sui, de la Dinastía Tang, el período de las Cinco Dinastías, la Dinastía Song y la Dinastía Yuan entre otras. Por su ubicación geográfica, se ha convertido en un crisol cultural entre oriente y occidente, absorbiendo lo mejor de las dos corrientes artísticas. Asimismo, ha sido una fuente de inspiración desde la que se difunden diversas manifestaciones creativas.

Entre los ejemplos más notables de dichas manifestaciones están las miniaturas persas traídas a la India. El arte budista de las cuevas de Mogao en Dunhuang tiene muchas similitudes con las pinturas en miniatura persa (véase fig. 25). En los murales de algunas épocas, se observa la influencia del arte persa ya sea en el modelado de

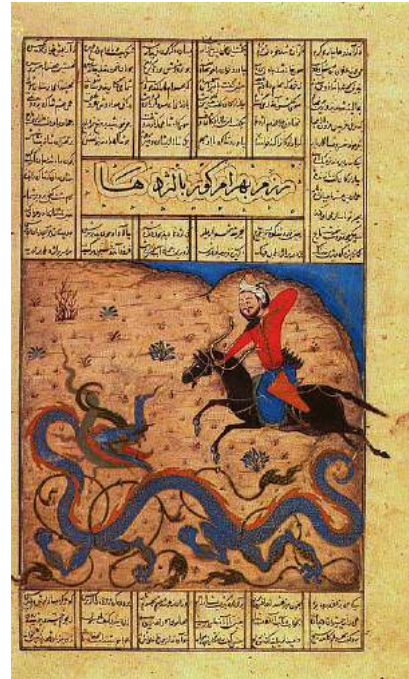
⁷⁵ LI, Zui Xiong, *Colección de ensayos sobre la protección de las grutas de Li Zui Xiong*. 李最雄石窟保護論文集. Editorial de las nacionalidades de Gansu, Lanzhou, 1994, p. 197.

⁷⁶ XU, Yong, *Importancia de la investigación sobre los materiales y la técnica de los murales de Dunhuang*. Tesis doctoral dirigido por los profesores Zheng Bing Lin y Fan Jin Shi, Facultad de Historia, Universidad de LanZhou, Lanzhou, 2007, p.79-80.

patrones o en la técnica de la pintura⁷⁷. A través de la Ruta de la Seda, había un intercambio cercano de arte de Dunhuang y a la pintura en miniatura persa. El formato y la composición de esta también estaba influenciado por las pinturas chinas. El intercambio cultural llevado por la Ruta de la Seda, además de retener los enormes documentos antiguos en Dunhuang, también es portador de una cultura histórica que no puede ser ignorada en el arte.



Mi'raj del Profeta por el Sultán Muhammad, 1539-43, muestra nubes y ángeles de influencia de China.



Bahram Gur mata al dragón, 1371, muestra un dragón probablemente influenciado de China.

Fig. 25. Miniaturas persas.

⁷⁷ YANG, Jin, *Estado y perspectiva de la investigación de los académicos chinos sobre la relación entre Dunhuang y Persia. 中國學者對於敦煌與波斯關係研究現狀與展望*. [Consulta 2-1-2022]. Disponible en: <https://m.xzbu.com/4/view-15420691.htm>

1.2.5. Dinastía Tang a la dinastía Song (618 d. C a 1279 d. C.).

La época de la dinastía Tang fue el apogeo del desarrollo de pigmentos minerales. *Las pinturas famosas a través de las edades* es el primer libro de historia oriental escrito por el pintor Zhang Yan Yuan (815 d. C. a 907 d. C.) coetáneo a la dinastía Tang. Debido a su abundante contenido, esta obra se convirtió en un sistema completo y altamente valorado por las investigaciones posteriores. En el capítulo llamado *Discusión de la imagen del trabajo, materiales de pintura, y elaboración y reproducción*, se cita:

“Para hacer un buen trabajo, los trabajadores primero deben preparar bien las herramientas. La fina seda cruda producida en Shandong, el lienzo basto producido en Jiangsu, la seda blanca cruda, la seda fina como el humo, son materiales de calidad delicada y suave, y su proceso de producción es extraordinario. El cinabrio se explota en la provincia Hunan y Fjian, la azurita redonda es explotada en la montaña Yuejuan en Sichuan, la azurita lameliforme se explota en Shanxi, Wuchang tiene la malaquita de más alta calidad, hay que resaltar la importancia del tetraóxido de plomo de Sichuan y del gofun de Guangdong. Todo pigmento requiere una serie de procedimientos: molturación, precipitación y eliminación de impurezas, y la división del sombreado del color, así como el cálculo del peso y tamaño de las partículas. No podemos dejar de mencionar la notoriedad del oropimente de Lâm Ấp⁷⁸ (no se puede usar juntos con blanco de plomo), de la goma laca de Guangdong (es una cola roja), la cola de ciervo de Shanxi, la cola de vejiga natatoria y de piel de cerdo de Jiangsu, la cola de piel de vacuno de Dong’e. Se utilizan colores intensos y se usan pigmentos con colores espesos para pintar (las pinturas antiguas se suelen pintar varias veces sobre el color verde con un jugo denso de sagina japónica). No utilizan grano grueso de azurita y malaquita (los pintores llaman grano grueso de malaquita: Tou Lu 頭綠, grano grueso de azurita Tou Qing 頭青), sino que usan pigmentos con granos más finos. La pintura con aglutinante que se ha transmitido desde la antigüedad se puede usar durante miles de años sin caerse. Usando el pelo de un tipo de muridae (roedor) que vive en la cima de una montaña para hacer pinceles, la línea dibujada con él será tan fuerte como una espada.”⁷⁹

El capítulo representa una descripción temprana sobre pigmentos, aglutinantes y colores. Además de registrar los pigmentos y sus orígenes, también explica la tecnología para producir pigmentos minerales en ese momento, y la forma de separar la escala de colores desde distintos minerales, mostrando las características de cada uno. También refleja información sobre que el oropimente no se puede mezclar con blanco de plomo. Aunque no existe una información detallada de la producción y una

⁷⁸ Lâm Ấp es un país antiguo establecido por Cham en la región central de Vietnam de hoy.

⁷⁹ ZHANG, Yan Yuan, *Las pinturas famosas a través de las edades*. 歷代名畫記. Jiangsu Fine Arts Publishing, Nanjing, 2007, p. 49

descripción completa de todos los pigmentos utilizados en esta época, es posible explorar la comprensión de los materiales pictóricos pertenecientes a la dinastía Tang. Además, Jiang Xuan Yi (1903 d. C. a 1977 d. C.) señaló en su libro *Historia de los materiales de pintura china*:

*“En términos generales, antes de la Dinastía Tang, se usaban pinturas minerales principalmente, y desde la dinastía Tang, los pigmentos vegetales se fueron utilizando de forma gradual en la pintura a medida que se desarrollaba el tejido y el teñido.”*⁸⁰

De esta forma se demuestra que la dinastía Tang fue un punto de inflexión en el uso de pigmentos minerales en la historia de la pintura china. Por otro lado, los pigmentos vegetales se pueden mezclar entre sí, lo que puede producir más escalas de colores que los pigmentos minerales, resultando aún más fácil si se mezclan con agua, consiguiendo que la pureza del color sea más refinada y abundante. También se pueden mezclar con pigmentos minerales, teñir sobre color mineral y colorear el fondo de pinturas realizadas con productos minerales. Por tanto, los pigmentos vegetales enriquecen las pinturas chinas, creando diferentes estilos, como los compuestos en las famosas pinturas formadas por paisajes de color azul y verde, muy utilizados en la historia del arte oriental.

El pintor de la corte Zhang Xuan (713 d.C. a 755 d. C.), del cual destaca su obra *Cortesanias preparando seda recién tejida* (véase fig. 26), de la cual sólo se conserva una copia pintada que se atribuye al emperador Song Hui Zong. Es una obra que reproduce el trabajo diario de las mujeres en el palacio imperial del floreciente período de la dinastía Tang. La pintura fue realizada sobre seda, utilizando pigmentos minerales como la azurita, malaquita, ocre cinabrio y el polvo de concha⁸¹. En ella se aprecia el uso de pigmentos vegetales como la gutagamba y el índigo natural. A través de la especial expresividad otorgada por los pigmentos minerales y las ricas escalas de color de los pigmentos vegetales, la ropa de las mujeres representadas en la obra adquiere detalles multicolores, de los que destaca el color bermellón, el carmesí, el azul mineral, el verde esmeralda, el beige, el pasto verde, blanco, entre otros. En esta pintura, al igual que el color rojo, la ropa de las mujeres muestra varias escalas de color: coral, granate, rosa salmón, rojo de flor de durazno y rojo anaranjado.

⁸⁰ JIANG, Xuan Yi, *Historia de los materiales de pintura china*. 中國繪畫材料史. Shanghai Bookstore Publishing House, Shanghai, 1986, p. 95.

⁸¹ JING, Cai Ping, et al., *Creación e innovación de la pintura china*. 中國畫的創作和創新. Investigación en Bellas Artes, vol. 4, Shanghai People's Fine Arts Publishing House, Shanghai, 1983, p. 32.



Fig. 26. Zhang Xuan, *Cortesanias preparando seda recién tejida*. “搗練圖”, 37 x 147cm.

Los pintores de la Dinastía Tang tenían un elevado dominio en la mezcla de agua con pigmentos vegetales, ya que la combinación de colores transmitía una atmósfera envolvente y divertida. En las pinturas de la Dinastía Tang utilizaron principalmente seda como material base, sobre la que se adherían finas capas de pigmentos minerales como la azurita y la malaquita, pero a menudo también solían añadir una pigmentación con un grosor considerable, lo que hacía que ondeara sobre la superficie de la seda. El trabajo que desplegaron los artistas era el siguiente: se procesaba la seda sobre la que se describía el boceto, a continuación, se coloreaba el dorso de la seda y después el anverso. Había algunos pintores que tenían un paso final llamado Dun Se (en mandarín, 墩色) en el que utilizaban el papel Xuan crudo o algodón humedecido con un poco de cola, el cual se retorció para hacer un pequeño canuto y poder lentamente “incrustar” el color en la textura de la seda, repitiendo este proceso muchas veces para que los pigmento se pegaran bien en superficie de la seda⁸². Este proceso hacía que la imagen adquiriera más color, fuera más plana, y la capa de pigmentos pareciera fina, pero en realidad era espesa.

Las pinturas de la dinastía Tang podríamos dividir las en dos escuelas, una es la escuela del paisaje azul y verde (Shan Shui de Jinbi)⁸³, dirigida por los pintores de la corte Li Si Xun (651 d. C. a 718 d. C.) y su hijo Li Zhao Dao (675 d. C. a 758 d. C.), y la otra era la escuela sureña de arte paisajístico de China creada por el poeta y pintor Wang Wei (692 d. C. a 761 d. C.)⁸⁴. Estas dos escuelas de pintura influyeron en las pinturas de la dinastía Song, también influyeron indirectamente en el debilitamiento

⁸² HUANG, Pei Jie, *Investigación sobre las pinturas de figuras chinas*. 工筆人物畫研究. Gansu people's Publishing House, Lanzhou, 2003, p. 47.

⁸³ Pintura Shan Shui de Qinglu o paisaje azul y verde (en mandarín, 青綠山水), y pintura Shan Shui de Jinbi (en mandarín, 金碧山水) que significa pintura del paisaje dorado y verde. Concretamente, la pintura Shan Shui de Jinbi es como la pintura Shan Shui de Qinglu a la que se añade líneas de oro. Hay una investigación que explica que el “oro” en dichas pinturas se refiere a lapislázuli, porque la azurita siempre iba acompañada de calcopirita, produciendo unos puntitos como estrellas doradas. Por lo tanto, si descomponemos el término “Jinbi”: Jin se refiere a oro y Bi es malaquita.

⁸⁴ SULLIVAN, Michael, *Historia del arte chino*. 中國藝術史. SMC Publishing, Taipéi, 2017, p. 148-149.

gradual de la importancia otorgada a los pigmentos minerales en la Llanura Central. La obra *El paseo de primavera* (véase fig. 27) de Zhan Zi Qian (545 d. C. a 618 d. C.) de la dinastía Sui, es la primera pintura Shan Shui existente en China, y también es considerada una obra maestra del período de transformación de la pintura china⁸⁵⁸⁶. La azurita y la malaquita son los pigmentos minerales más importantes en esta obra, en la cual predomina el uso de la técnica de lavado del color en degradado, las montañas están coloreadas con azul y verde, la base de la montaña es una composición hecha con polvo de oro. Para los árboles, se colorea el tronco con hematites y para las hojas se ponen puntos de color índigo natural. Todo esto es el resultado de una vibrante escena primaveral.



Fig. 27. Zhan Zi Qian, *El paseo de primavera*. “遊春圖”, 43 x 80.5cm.

Cuando el estilo del paisaje azul y verde se extendió a la Dinastía Song del Norte, hecho que hizo alcanzar su plenitud, es cuando aparece la obra *Mil li de ríos y montañas* (véase fig. 28) de Wang Xi Meng (1096 d. C. a 1119 d. C.), obra representativa de la escuela del paisaje azul y verde. El dibujo de esta obra está compuesto principalmente por azurita, lapislázuli, malaquita y también por hematites, índigo y tinta como colores auxiliares. Se infiere que, en el primer paso para la realización de la obra, el pintor delineó el boceto sobre seda utilizando tinta china, tiñó las montañas y los ríos con tonos oscuros y blancos. También aplicó tinta a las laderas de la montaña e hizo un sombreado sobre la base de esta, con hematites.

⁸⁵ Es un estilo de pintura chino que concierne o representa panoramas o paisajes naturales, usando pincel y tinta en lugar de colores más convencionales. Los temas más recurrentes en esta forma artística son montañas, ríos y, a menudo, cascadas.

⁸⁶ XIE, Cheng Lin, *Arte de la pintura*. 繪畫藝術. Shanghai Sanlian Bookstore, Shanghai, 1989, p. 38.

Posteriormente, tiñó la cima con pigmentos de malaquita, al menos dos veces, y finalmente, la última capa se recubre con pigmentos de azurita y lapislázuli⁸⁷. Por lo tanto, la transición entre el color de la azurita y de la malaquita se realizó de manera natural. Algunas de las montañas más alejadas se tiñeron con índigo mezclado con tinta china, así la combinación de pigmentos minerales y vegetales logran un efecto triárquico compuesto por colores, línea y tinta.

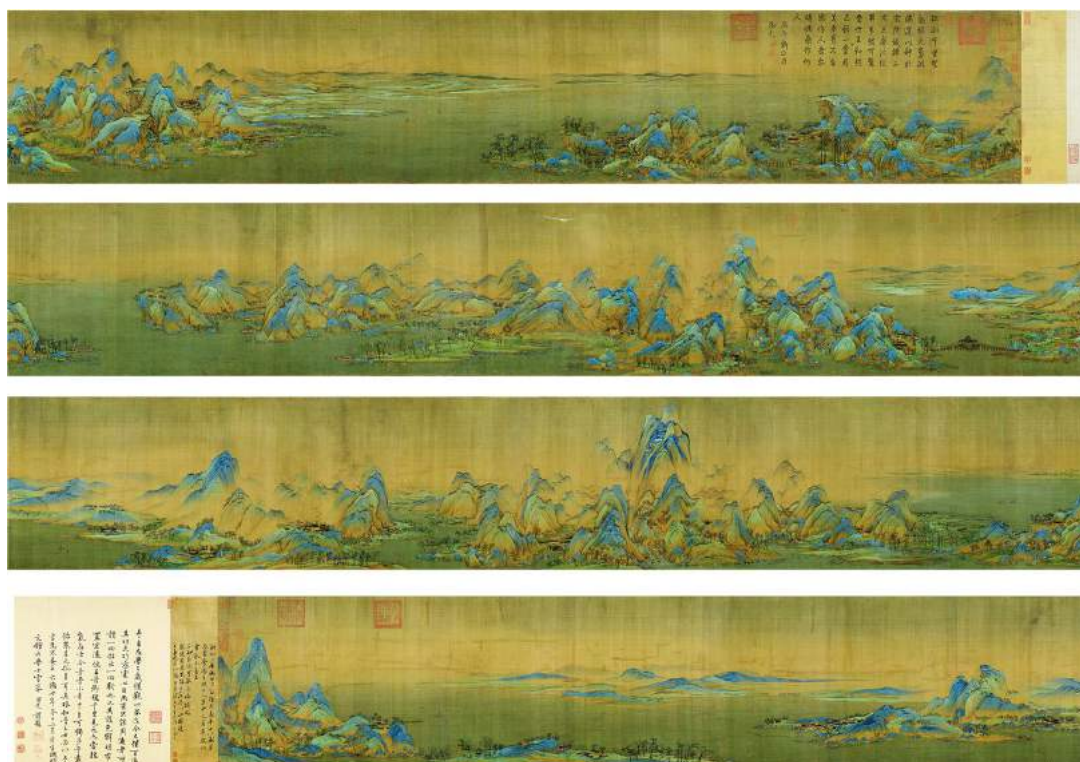


Fig. 28. Wang Xi Meng, *Mil li de ríos y montañas*. “千里江山”, 51.5 x 1191.5cm.

Mientras la pintura china a color alcanzaba su máximo esplendor durante las dinastías Tang y Song, al mismo tiempo, la escuela sureña de arte paisajístico iba gradualmente sobresaliendo, esta se centraba exclusivamente en el uso de la tinta y no prestaba atención al color. Dos artistas influyentes de la época como fueron Wu Dao Zi (680 d. C. a 759 d. C.) y Wang Wei (692 d. C. a 761 d. C.) comenzaron a pintar sólo con tinta.

En términos de producción en este período, ya existían fabricantes de tinta china como Longxiangji, y se conocían varios tipos: la tinta Zhen, la tinta Yang y la tinta Wu. El pensamiento de la escuela sureña de arte paisajístico aparece reflejado en un párrafo

⁸⁷ Datos del video: *Mil li de ríos y montañas* de Wang Xi Meng: Familia, país, mundo | Tesoro nacional chino. [Consulta 2-1-2022]. Disponible en: <https://www.youtube.com/watch?v=2mwjsflqmFA>

escrito por el autor Zhang Yan Yuan (815 d. C. a 907 d. C.) en su libro *Las pinturas famosas a través de las edades*:

“El mundo cambia constantemente, la belleza de la naturaleza no requiere de una decoración artificial, esta es por sí misma un recurso que inspira a las personas sobre lo que es la belleza. El crecimiento de la hierba y los árboles no necesita expresar su vitalidad a través del color. El blanco de la nieve y las nubes no necesita albayalde para mostrar su belleza aérea. El verdor lozano de las montañas no necesita ser adornado con azurita. No es necesario que el color del fénix se exprese con los cinco colores. El uso de la tinta puede hacer que la imagen muestre una variedad de colores.”⁸⁸

La referencia a “los cinco colores” del párrafo anterior trata sobre cinco tonos de la tinta: quemado, denso, pesado, ligero y claro, igualmente se pueden considerar como: ligero, seco, húmedo y negro; cabe mencionar que a la tinta china se le puede agregar un tono blanco, extraído del polvo de almejas, que pasaría a añadirse a los anteriores tonos formando así “seis colores”⁸⁹. Los cinco colores experimentan variaciones debidas a los factores climatológicos de las cuatro estaciones del año. Si los artistas conocían las distintas características de la tinta china, podían llegar a controlar estos cambios, variando su tono y consiguiendo colores como el verde utilizado para pintar montañas, el verde de la hierba, el rojo de la flor, el blanco de la nieve y otras tonalidades y efectos. De esta forma, no necesitaban aplicar azurita, malaquita, cinabrio, albayalde y otros pigmentos, sino que la propia tinta les hacía obtener una similar impresión de dichos colores. Cabe destacar que el color en el arte es una simulación del color de los objetos plasmados. El artista Zhang Yan Yuan (815 d. C. a 907 d. C.) rechaza la regla del teórico de pintura Xie He (Desconocido), donde se mencionan ciertos métodos de coloración según las diferentes categorías de pigmentos, para argumentar que el color de la tinta china puede reemplazar la amplia gama de colores utilizados, negando la necesidad de utilizar el color en la pintura⁹⁰.

El pintor Jing Hao (850 d. C. a 911 d. C.), de las Cinco Dinastías, también plasmó su opinión sobre la pintura en su libro *Notas sobre pinceladas*:

“Los métodos de coloración, según las diferentes categorías, ha sido la norma desde la antigüedad. El uso de la tinta china ha prosperado desde la dinastía Tang. Al igual que el pintor Zhang Cao (Desconocido), quien pintó árboles y piedras llenos de vigorosidad, que

⁸⁸ ZHANG, Yan Yuan, *Las pinturas famosas a través de las edades*. 歷代名畫記, Nanjing, Jiangsu Fine Arts Publishing, 2007, p. 76.

⁸⁹ LIU, Si Liang, *Psicología del arte: arte y creación*. 藝術心理學: 藝術與創造. Artist Publishing, Taipéi, 1992, p. 150.

⁹⁰ LI, Ze Hou y LIU, Gang Ji, *Historia de la estética china II*. 中國美學史第二卷. Editorial Gufeng, Taipéi, 1987, p. 949-958.

*llegan a transmitir un aura propia, están basados en el uso de la tinta china. Es un nivel de pintura sin precedentes que sienta bases, sin hacer uso de pigmentos minerales.*⁹¹

La sustitución del color por el uso de la tinta es la mayor transformación en la historia de la pintura china. Después del surgimiento de la pintura con tinta, la combinación de esta con otros colores pasó a convertirse en una tendencia para los pintores posteriores a la dinastía Song. Antes de la dinastía Tang, el pigmento “Danqing” compuesto por dos colores, el cinabrio y la azurita, era el referente de la pintura, pero desde la dinastía Song, el Danqing no continuó siendo el referente, porque la tinta china los sustituyó al convertirse en un elemento fundamental en la pintura.

1.2.6. Dinastía Yuan, Ming y Qing (1279 d. C. a 1912 d. C.).

La dinastía Yuan heredó el estilo de la escuela sureña de arte paisajístico. Se origina durante las dinastías Tang y Song y pasa a formar la pintura de los letrados (en mandarín, 文人畫) la cual se centraba en la búsqueda de un estilo que descubriera y empleara el chi (energía y espíritu) mediante el uso del pincel y de la tinta. Como explicó el artista Yun Shou Ping (1633 d. C. a 1690 d. C.):

“El Qi Yun está escondido en el pincel y la tinta, y usándolos se puede encontrar el Qi Yun.”^{92,93}

Además de la aplicación de la tinta, los pigmentos vegetales continuaron siendo un material importante en esta época, debido por sus características de transparencia y permeabilidad al agua, lo que les hace opuestos a la opacidad y a la impermeabilidad característicos de los pigmentos minerales. El uso de pigmentos vegetales en la pintura es completamente el mismo que el de la tinta china, y pueden complementarse con la tinta o mezclarse entre sí. Durante la dinastía Yuan, los materiales utilizados para pintar eran principalmente el papel y la seda, así como el papel Xuan crudo, lo característico de este último es la capacidad de absorción del agua y su permeabilidad, ya que puede absorber directamente el color de la tinta china y causar cambios en su humedad, evaporándose, así como proporcionando claridad y

⁹¹ YIN, Wei, *Historias interesantes de las pinturas. 趣話畫的故事*. Yunlong Publishing, Taipéi, 2005, p. 46.

⁹² YU, An Lan, *Serie de teoría de la pintura I. 畫論叢刊(上冊)*. People's Fine Arts Publishing House, Pekín, 1960, p. 182.

⁹³ Qi Yun en mandarín es 氣韻. Al principio se refiere al estado del espíritu y alma humanos. Su connotación se profundizó constantemente y se relacionó con el ritmo de la naturaleza y la vida.

densidad al mismo. La aparición del papel Xuan crudo fue un estímulo para popularizar los pigmentos vegetales⁹⁴.

Wang Meng (1308 d. C. a 1385 d. C.) es el pintor más audaz en el uso del color en la dinastía Yuan. El pintor Zheng Ji (1813 d. C. a 1874 d. C.) menciona:

“Wang Meng pintó el trazo y la textura de grandes cantidades de nubes usando un pincel con color ocre mezclado con tinta para agregar texturas a las partes pintadas con tinta previamente. Describió la parte posterior y coloreó ambas partes con pigmento ocre amarillo. Cada trazo de textura de tinta china y del color ocre es tan vívido que no necesita ser cubierto por otro color.”⁹⁵

En la frase “no necesita ser cubierto por otro color” el artista está mostrando que, desde la dinastía Yuan, se le concede escasa importancia a incorporar colores de forma abundante ya que tenían ciertos requisitos para la transparencia del color sobre los materiales. Aunque en los paisajes otoñales pintados por Wang Meng (1308 d.C. a 1385 d. C.) (véase fig. 29), a menudo, este utilizaba tonalidades brillantes, su expresión del color era única, ya que aplicaba una coloración más densa de lo que se acostumbraba, esta se realizaba principalmente a base de colores vegetales.

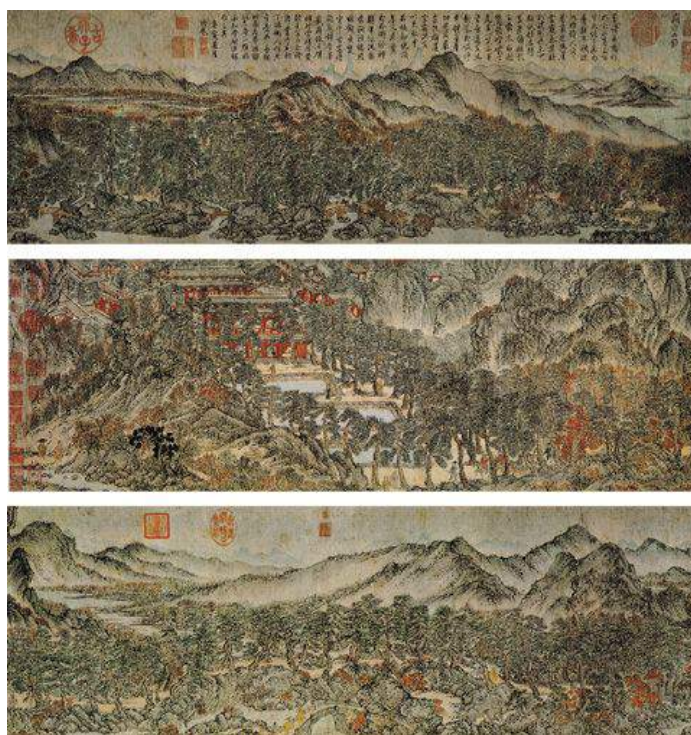


Fig. 29. Wang Meng, *Pintura de la montaña Taibai*. “太白山圖”, 27.6 x 238cm.

⁹⁴ KAO, Yung Lung, *Ir a la deriva: Discurso creativo sobre las pinturas de colores intensos de Kao Yung Lung*. Tesis doctoral dirigido por los profesores Lin Chang De y Zhan Qian Yu, Facultad de Bellas Artes, Universidad Nacional Normal de Taiwán, Taipéi, 2012, p. 61.

⁹⁵ YU, Jian Hua, *Teoría de caligrafía y pintura de China*. 中國書畫論類編, Taipéi, Heluo Books Publishing, 1975, p.969.

El pintor Wen Zheng Ming (1470 d. C. a 1559 d. C.), de la dinastía Ming, alude a las transformaciones que estaban aconteciendo en la pintura china:

“Las pinturas de la antigüedad estaban hechas principalmente de colores, y en la segunda era, con tinta, por lo que se usaban mucho azurita y malaquita. Y después, comenzó a cambiar a colores claros y la tinta china era el color principal.”⁹⁶

El pintor Sheng Da Shi (1771 d. C. a 1836 d. C.) de la dinastía Qing comenta el cambio del estilo de paisaje azul y verde a tinta china y pigmentos vegetales en su libro *Notas de viaje por las montañas y los ríos*:

“Varios colores son necesarios en la escuela del paisaje azul y verde, se necesita azurita, cinabrio, oro y albayalde. Pero en la pintura de los letrados de la dinastía Yuan se pinta con tinta china, índigo natural, hematites, gutagamba. Se complementan con carmín y poca malaquita, además, no siempre es necesario utilizarlos a excepción de la tinta.”⁹⁷

Basándonos en estos comentarios, se puede deducir que la pintura de los letrados ha sido reconocida como corriente principal en este período, ya que no solo rebajó la importancia del uso de pigmentos minerales, sino que fueron reemplazados por el uso de tinta y pigmentos vegetales. En la dinastía Ming, el crítico de arte chino Dong Qi Chang (1555 d. C. a 1636 d. C.) propuso un análisis teórico sobre la pintura china de la Escuela del Sur y Norte, en el que relaciona la pintura de paisaje azul y verde con la Escuela del Norte, y la pintura de los letrados con la Escuela del Sur. Es factible, que el autor de esta teoría, lo hiciera con la intención de ensalzar a la Escuela del Sur y menospreciar a la Escuela del Norte⁹⁸. Esta teoría, también se ha convertido en un pensamiento generalizado sobre la pintura de las dinastías Ming y Qing, lo que se refleja en el tipo de coloración aplicado en las distintas obras artísticas. Además, a causa de las características de las partículas de los pigmentos minerales y la dificultad de ser mezclados con otros materiales, la tinta y los pigmentos vegetales pasaron a convertirse en los protagonistas de la pintura china.

En otro orden de cosas, cuando los pigmentos minerales desaparecieron paulatinamente de la pintura china, debido a la expansión del budismo, los pigmentos minerales fueron progresando escalonadamente en Japón.

⁹⁶ QIAN, Jian Hua, *Introducción a la pintura y caligrafía china*. 中國書畫概論. Editorial de libros antiguos de Jiangsu, Nanjing, 1988, p.74.

⁹⁷ SHENG, Da Shi, *Notas de viaje por las montañas y los ríos*. 溪山臥遊錄. Biblioteca de Universidad de Pekín, Pekín, 1963, p. 50.

⁹⁸ SHEN, Ming Jie, *Un estudio comparativo del arte pictórico de los cuatro monjes en la dinastía Qing*. 清初四僧繪畫藝術比較研究. China Textile & Apparel Press, Pekín, 2019, p. 43.

1.2.7. Expansión del budismo hacía el Este.

En las pinturas japonesas antiguas, como también se hacía en otras regiones, se utilizó la hematita como material pictórico principal. Se solía pintar sobre elementos decorativos, por lo que no se estaba desarrollando un nuevo estilo artístico independiente. Consultando los registros históricos en el libro *Historia de la dinastía Wei de los Tres Reinos sobre wajin*, del historiador Chen Shou (233 d. C. a 297 d. C.), en la dinastía Jin occidental (266 d. C. a 316 d. C.) se menciona:

“Cincuenta pi de trióxido de hierro, cincuenta pi de azul ultramar, con los que se prometió realizar ciertos regalos, cincuenta pi de seda blanca, cincuenta jin de tetraóxido de plomo, todo embalado y entregado al enviado del periodo Yamato, Nashime (desconocido).”⁹⁹¹⁰⁰

Esta transcripción muestra que, desde la dinastía Han se comenzaron a transferir tintes y minerales desde China a Japón. En el período Asuka del siglo VI, cuando el budismo se introdujo desde China a la península de Corea y luego a Japón, tuvo una gran influencia en el arte japonés¹⁰¹. En ese momento, en Japón, había una verdadera exaltación del budismo, tanto que los nobles de la corte real decidieron introducir una gran cantidad de tradiciones culturales y arte budista, por lo que un gran número de pintores budistas viajan hacía tierras japonesas¹⁰². Es por ello que la pintura en este país prosperó rápidamente, haciendo que Japón tuviera un cierto conocimiento de la utilización del uso de los pigmentos minerales. Las obras más representativas de esos hechos fueron los frescos del templo Horyu-ji (en japonés, 法隆寺)¹⁰³, para los que se utilizaron pigmentos similares a los utilizados en Dunhuang, incluyendo, por lo tanto, el cinabrio, el tetraóxido de plomo, la azurita, la malaquita, el albayalde, el realgar, el óxido de plomo, la tierra amarilla, el pan de oro y el pan de plata¹⁰⁴. Igualmente, en el Santuario Tamamushi situado en el Templo Horyu-ji, en su parte frontal, pintada con detalles de pétalos, se añadió un pequeño *kirikane* (en japonés, 截金), una técnica decorativa japonesa, para la que se utiliza pan de oro, pan de plata o pan de cobre,

⁹⁹ HUANG, Zun Xian, *História de Japón*. 日本國志. Wen Hai Press Company, Taipéi, 1898, p.135.

¹⁰⁰ Pi (mandarín: 匹) y Jin (mandarín: 斤) son clasificadores antiguos.

¹⁰¹ LIN, Fan Wu y WEN, Xiao Liang, *Lengua y literatura japonesas y estudios culturales*. 日本語言文學與文化研究. Xinhua Publishing House, Pekín, 2015, p. 48.

¹⁰² YU, He Qing, *Historia del arte japonés*. 日本美術發展史. The Commercial Press, Taiepi, 2004, p. 34.

¹⁰³ Horyu-ji es un templo budista en Japón. Se rumoreaba que el templo budista de madera construido en el período de Asuka se construyó en el año 607, pero la fecha exacta no se puede verificar. Fue designado por el gobierno japonés como un tesoro nacional, una importante propiedad y un tesoro culturales.

¹⁰⁴ TSURUTA, Eiichi, *Historia de los pigmentos*. 顔料の歴史. Conferencia de pintura (Lección II), 2002, p. 193, [Consulta 3-1-2022]. Disponible en: <https://reurl.cc/rQxbOZ>

cortados en líneas, triángulos, rectángulos y otras formas. La técnica *kirikane* aplicado en el Santuario Tamamushi es el primero con este tipo de técnica que se ha encontrado en Japón¹⁰⁵. Hoy en día, esta sigue siendo una técnica fundamental en el arte nihonga.

Durante las dinastías Sui y Tang en China, es decir, desde el período de Asuka hasta el período Nara en Japón, debido a la propagación del budismo, los intercambios políticos, económicos y culturales entre China, Goguryeo y Japón fueron siendo muy habituales. Las misiones japonesas a la China imperial fueron diplomáticas y a través de ellas se introdujeron estilos, materiales y técnicas de pintura de la dinastía Tang, lo que propició un desarrollo vertiginoso de las pinturas japonesas¹⁰⁶. Asimismo, como he mencionado anteriormente, la dinastía Tang durante su apogeo desarrolló los pigmentos minerales y cuando estos se introdujeron en Japón, lo hicieron a través de técnicas muy elaboradas. Por esa razón, la creación con pigmentos minerales pudo extenderse rápidamente. Sin embargo, estas misiones interterritoriales se detuvieron durante el período Heian, en el año 894 d. C., zanjando los intercambios oficiales entre China y Japón. Por esta razón, el arte japonés se nacionalizó por completo y progresivamente comenzó a formarse un estilo de pintura japonesa independiente. Ejemplo de ello son los estilos de pintura de paisajes, la pintura de figuras, la pintura de género, la pintura histórica, etc., en las que no predominan motivos religiosos, estos estilos se fueron desarrollando paulatinamente. A los nobles que habitaban los antiguos palacios y mansiones japoneses les atraía la decoración con pinturas de paisajes con el estilo representativo de la dinastía Tang, conocidas como Tang-e. Más adelante, el artista Yamato-e utilizó, como temática principal, los paisajes y costumbres japonesas, esto se puede apreciar en su obra más conocida: el *Genji Monogatari Emaki* (véase fig. 30).

¹⁰⁵ ARIGA, Yoshitaka, *Kirikane y colorear. 截金と彩色*. Arte japonés, vol. 373, Shibundo, Tokio, 1997, p. 20.

¹⁰⁶ CHANG, Ren Xia, *Impresión de Japón: mi historial de estudios en Japón antes de la guerra. 東瀛印象：我的戰前日本留學記*. Hong Kong Open Page Publishing, Hong Kong, 2021, p. 69-71.



Fig. 30. Desconocido, capítulo Suzumushi de *Genji Monogatari Emaki*, 21.8 x 48.2cm.

Sin embargo, el modo de fabricación de los pigmentos minerales se introdujo en Japón junto con la penetración del budismo, por lo que dicho proceso ha evolucionado de forma más arraigada en Japón que en China. Por ejemplo, el gofun fue un pigmento blanco hecho de albayalde en la Antigüedad, como relata el escrito de la empresa Nakagawa Gofun Enogu:

“Desde el período Muromachi (1336 d. C. a 1573 d. C.), se reemplazó el albayalde por el polvo de la ostra de roca. El proceso de producción de este material lleva de 10 a 15 años, la concha de ostra de roca debe ser resistente al viento y al sol, pasa por una serie de procesos, y así se puede dividir en una graduación de pigmento blanco.”¹⁰⁷

El gofun de la ostra se ha convertido en el principal pigmento blanco en la pintura japonesa, y su aplicación ha permanecido hasta el arte nihonga actual. En el período Edo (1603 d. C. a 1868 d. C.), en particular durante su etapa media y tardía, se mejoró la producción de pigmentos minerales. El mismo tipo de mineral se puede dividir en tres o cuatro tonalidades según el tamaño de las partículas a través de la trituración, molienda, elutriación, filtración, entre otros. Este método se habría creado originariamente en China, pero la producción de pigmentos minerales posteriormente al período Edo se basó en la mejora de esta técnica¹⁰⁸. Además, debido a la popularidad de Fusuma-e, un tipo de pintura utilizada en paneles de puertas correderas, se utilizaron partículas finas de pigmentos minerales, cuyo uso es más

¹⁰⁷ Nakagawa Gofun Enogu. [Consulta 18-1-2020]. Disponible en: <https://reurl.cc/Op18qX>

¹⁰⁸ ZHANG, Yan Yuan, *Las pinturas famosas a través de las edades. 歷代名畫記*. Jiangsu Fine Arts Publishing, Nanjing, 2007, p. 49.

sencillo de aplicar. No obstante, los pintores investigaron cómo realizar partículas de pigmentos aún más finos.

La base de elaboración de materiales y el uso de técnicas para la pintura tradicional nihonga, se establecieron sucesivamente desde el período Heian hasta el período Edo. Durante el período Meiji y su Restauración se llevó a cabo, la occidentalización completa del dominio de nuevas tecnologías y se efectuó la industrialización del país, este fue un punto de inflexión muy relevante en la historia moderna de Japón. El proceso de fabricación de pigmentos minerales y de otros tipos trajo importantes avances durante este período. También se fueron desarrollando un gran número de establecimientos que comerciaban con materiales nihonga. Un gran número de estos sigue en funcionamiento hoy en día, destacando: Nakagawa Gofun Enogu, Tanseido, Tokuoken, Kissho, etc., las cuales se originaron principalmente durante el período Meiji.

1.3. Influencia occidental.

La influencia artística proveniente de China supuso un antes y un después en la cultura japonesa, no obstante, se sucedieron otros encuentros culturales destacados debidos a la influencia occidental, esto contribuyó en el crecimiento de la producción de pigmentos minerales durante el siglo XIX.

Japón anunció una política de relaciones exteriores en la que se producía el cierre del país en el año 1633¹⁰⁹, prohibiendo el comercio con países occidentales, a excepción de China, Corea y los Países Bajos. Esto duró hasta que el país se vio obligado a reabrir sus fronteras en el año 1853 y, cuando el Edo Shogunate (fuerza gubernamental) fue derrocado en 1868¹¹⁰, la ley del bloqueo al comercio exterior fue completamente abolida. Si bien esta legislación política, por un lado, evitó que Japón se viera afectado por el mundo exterior, por otro lado, también hizo que Japón se quedara atrás en aspectos económicos, culturales, sociales, etc., y tardara en experimentar la importante revolución industrial iniciada en occidente a finales del siglo XVIII. Esta política fue totalmente abolida gracias a la coerción de los Estados Unidos, tras lo que fue implementada una política de restauración en el primer año¹¹¹ de la Era Meiji, en tanto en cuanto que liberó por completo a Japón de los grilletes que habían estado bloqueando el país durante más de doscientos años. Mediante la introducción de tecnologías avanzadas y la influencia de la cultura occidental se realizó la modernización del país. Este acontecimiento marcaría la primera etapa de influencia occidental en Japón.

La Restauración Meiji abogó por la occidentalización total de Japón, el cual se desligó de Asia, y comenzó a relacionarse con Europa¹¹². La contradicción entre proteger la tradición y perseguir la modernización se convirtió en un foco de debate dentro del círculo cultural japonés. A nivel material se avanzaba vigorosamente para actualizar los conocimientos respecto a la civilización occidental y con diversas tecnologías que nunca se habían visto en Japón anteriormente, no obstante, el contexto tradicional japonés ocupaba un lugar importante para sus ciudadanos.

¹⁰⁹ LIAO, Feng Yi, *Emperador. 天皇.*, Google Commerce Ltd, e-book, 2017, p. 33.

¹¹⁰ LIAO, Feng Yi, *Emperador. 天皇.*, Google Commerce Ltd, e-book, 2017, p. 33.

¹¹¹ LI, Gu Cheng, *Japón: el mito de la isla del sol oriental. 日本：東方太陽島的神話.*, City University of Hong Kong Press, Hong Kong, 2004, p. 15.

¹¹² LI, Gu Cheng, *Japón: el mito de la isla del sol oriental. 日本：東方太陽島的神話.*, City University of Hong Kong Press, Hong Kong, 2004, p. 15-16.

Desde la perspectiva del proceso de desarrollo de la técnica nihonga, se habían estado cultivando diversos métodos de expresión procedentes de occidente. La introducción de la teoría del color hizo que la pintura nihonga se centrara en el uso del color. Las herramientas y técnicas también estaban influenciadas por la pintura al óleo, por lo que se comenzó a producir y a utilizar pinceles planos para fortalecer la aplicación de colores en las obras de la pintura japonesa¹¹³. Esto hizo que este estilo de pintura pasara a transformarse gradualmente, pero sin perder el espíritu de la nación, aspecto que va a repercutir en el desarrollo cultural del país.

Debido a la mecanización provocada por la Revolución Industrial, el método de fabricación de pigmentos minerales experimentó una renovación notoria, incluyendo innovaciones en los pigmentos característicos de la pintura nihonga. Además del método de producción de pigmentos minerales introducido por influencia china, como se mencionó en el capítulo anterior, también fue de gran relevancia la producción del pigmento azurita, clasificado en tres niveles de tamaño de partícula. A la vez, se utilizaron nuevas tecnologías industriales para clasificar más niveles del tamaño de partículas de otros pigmentos. Durante la era Shōwa (1926 - 1989) se realizó la separación del tamaño de partículas de distintos pigmentos como se puede ver en la tabla 2. Este hecho contribuyó a que después del siglo XIX las técnicas de la pintura Nihonga agregaran más escalas de color en el empleo de pigmentos minerales.

Tamaño de partícula promedio (µm)	Número estándar actualmente en uso.	Número utilizado en la última mitad de Shōwa 30	Número utilizado a principio de la era Shōwa.	Número utilizado antes de la era Taishō.
		1		
		2		
170	3	3		<i>Ao</i> (en japonés, 青一)
		4		
130	5	5	<i>Shou-yon</i> (en japonés, 小四)	<i>Ao-san</i> (en japonés, 青三)
		6	<i>Go</i> (en japonés, 五)	
100	6	7	<i>Ryuu-ichi</i> (en japonés, 流一)	<i>Sho-ichi</i> (en japonés, 小一)

¹¹³ CHANG, Ren Xia, *Obras completas de Chang Ren Xia III. 常任俠文集第三卷*. Anhui Education Publishing House, Hefei, 2007, p. 173.

75	7	8		
56	8	9	<i>Ryuu-san</i> (en japonés, 流三)	<i>Sho-san</i> (en japonés, 小三)
		10		
38	9	11	<i>Ryuu-go</i> (en japonés, 流五)	<i>Shiro-ichi</i> (en japonés, 白一)
27	10	12		
20	11	13	<i>Ryuu-shichi</i> (en japonés, 流七)	<i>Shiro-san</i> (en japonés, 白三)
14	12	14		
10	13	15	<i>Ryuu-kyuu</i> (en japonés, 流九)	
5	<i>Byaku</i>	<i>Byaku</i>	<i>Byaku</i>	<i>Byaku</i>

Tabla 3. Tamaño de partícula de pigmento mineral y el nombre de la edad correspondiente.

Además, durante el período Meiji, los fabricantes especializados en materiales de pintura nihonga comenzaron a establecerse por todo Japón, y hoy en día algunos negocios originados en esa época siguen en funcionamiento. Por ejemplo, la fábrica de producción Saiundou comenzó a producir y vender materiales nihonga en Kyoto en 1870, y la tienda Tokuouken fue establecida en Tokyo durante la Restauración Meiji. Por otro lado, la fábrica Tanseido comenzó a producir materiales nihonga en 1874 a partir de la venta al por mayor de telas durante el período Edo. Además, cabe mencionar la fábrica Ueba Esou, que a su vez vende material nihonga en Kyoto desde 1751. Después de la Restauración Meiji, estos fabricantes también desarrollaron pigmentos minerales portátiles utilizados en cuencos de porcelana (véase fig. 31).



Fig. 31. Pigmentos minerales portátiles para cuencos de porcelana.

La segunda etapa de influencia occidental sucedió después de la Segunda Guerra Mundial. Con el influjo de la cultura estadounidense después de la ocupación militar en Japón, el caos social y económico en este país no sólo provocó un gran número de desempleo, inflación, etc., sino que también afectó en gran medida a la confianza nacional y a la conciencia cultural japonesa. Por lo tanto, con el fracaso general del poder militar, la política y la economía de este país y los resultados tras la guerra generaron críticas hacia sus gobernantes, lo que repercutió en un interés hacia una comprensión moderna de la cultura. Esto generó una crisis en el seno de la cultura tradicional¹¹⁴, dado que se propagó en la sociedad una pérdida de la conciencia nacional. En lo que respecta a la cultura y concretamente al arte, aunque existieron diferentes grados de imitación de las obras europeas y norteamericanas, en los japoneses aún existía el deseo de deshacer la influencia occidental y, al mismo tiempo estaban ansiosos por reencontrarse y volver al origen de la propia nación en todos los aspectos (culturales, sociales, políticos, etc.). En el contexto de la promoción integral de la social democratización y la oposición al feudalismo y al militarismo por parte de las autoridades de ocupación estadounidenses, la demanda de democracia y libertad en las artes se convirtió en una nueva tendencia en aquella época. El círculo de arte japonés desencadenó una enorme ola de vítores hacia una democratización y modernización social, basada en la influencia de la escena de la pintura occidental moderna, que una vez más afectó al arte tradicional de la región¹¹⁵.

Después de la Segunda Guerra Mundial, Japón realizó sucesivas exposiciones de arte nacional, como la Exposición de Arte Japonés en 1946 (en japonés, 日展) y la Exposición del Instituto de Arte Japonés en 1946 (en japonés, 日本美術院展). En estas exposiciones la mayoría de los pintores repetían pasivamente el estilo de pintura clásica, perdiendo un esperado desarrollo creativo, hecho que fue duramente criticado en todos los círculos de arte japonés. En ese momento, la teoría de extinción de la pintura japonesa (en japonés, 日本画滅亡論) se convirtió en el foco de discusión dentro de los círculos de arte del país¹¹⁶, esta crisis se incrementó aún más después de la fundación del grupo artístico Asociación de Arte Creativo (en japonés, 創画会), cuya aparición coincidió con la recuperación total de la economía japonesa. Esto llevó

¹¹⁴ KURITA, Yasuyuki, *Relaciones interpersonales japonesas*, 日本の人間関係. Domesu Publishers, Tokio, 1987, p. 15.

¹¹⁵ LI, Jie, *La evolución de la pintura japonesa después de la Segunda Guerra Mundial y la pintura mineral china contemporánea*. 二戰後日本畫的演變與中國當代岩彩畫. Investigación literaria, vol.1, Chinese national academy of arts, Pekín, 2010, p. 145.

¹¹⁶ FUJISIMA, Hirofumi, *Japonés Midenko*. 日本の伝子. Instituto PHP, Tokio, 2013, p. 276.

al surgimiento de una nueva tendencia artística en el Japón de la posguerra. En esa nueva época de cambios los pintores que perseguían nuevos estilos aprendieron del modelado y la metodología de las pinturas occidentales, e incorporaron un cierto grado del realismo, típico de las pinturas al óleo, a la pintura nihonga¹¹⁷. El brillo característico de las pinturas al óleo se versionó en una técnica de recubrimiento grueso, en la que se empleaba una gran cantidad de pigmentos minerales¹¹⁸. Utilizando el grosor de las partículas de estos pigmentos, el color natural reflejado en la superficie resultó ser un importante descubrimiento y por lo tanto representó un nuevo horizonte para la pintura nihonga, que reemplazó a las pinturas chinas introducidas anteriormente, las cuales se centraban más en el uso del delineado.

El ejemplo más importante de esta nueva era del arte japonés quizás sea el experimento realizado por pintores de la Academia Japonesa de Bellas Artes, Yokoyama Taikan (1868 - 1958) e Hishida Shunsō (1874 - 1911), bajo la dirección de Okakura Kakuzō (1862 - 1913), que se trataba de un estilo innovador denominado “nebuloso” (véase fig. 32)¹¹⁹. El objetivo de esta experimentación era lograr una representación atmosférica inspirada en el estilo occidental, abandonando la importancia de las líneas que dejó el legado de la pintura tradicional china, representando el aire y la luz a través de enfatizar los colores con un efecto de desenfoque. Este estilo fue muy criticado por el círculo artístico japonés en ese momento, pero también estimuló el vigoroso desarrollo del nuevo movimiento de la pintura japonesa¹²⁰. Las características del estilo nebuloso, el interés por el color, representaron factores que llegaron a convertir en tendencia el desarrollo de la pintura Nihonga moderna.

¹¹⁷ KAWAKITA, Michiaki, *Modern currents in Japanese art*. Heibonsha Publishers, Tokio, 1967, p. 135.

¹¹⁸ TAKAGISHI Akira y ARIKAWA, Haruo, *Teoría entre la pintura japonesa de guerra y la pintura clásica: centrándose en la Exposición de arte bélico (1938) • Keiya Nagashima*. *日本画の戦争画と古典絵画論 - 「戦争美術展覧会」(1938年)を中心に*・長嶋圭哉, *Historia de arte*, vol. 53, no. 155, Benrido, Kioto, 2003, p. 390.

¹¹⁹ OTA, Tomoki, *Mogu/Mortai*. 沒骨 / 朦朧體. [Consulta: el 20-2-2020]. Disponible en: <https://reurl.cc/OpXyEX>

¹²⁰ KAO, Yung Lung, *Hierbas venenosas o flores aromáticas: la rectificación del nombre y el destino de la pintura japonesa en Taiwán y China continental*. 毒草或香花：日本畫在台灣、大陸的正名與宿命. *Academia de Bellas Artes de Taiwán*, vol. 76, Museo Nacional de Bellas Artes de Taiwán, Taichung, 2009, p. 68.



Fig. 32. Hishida Shunsō, *Bosque del ocaso*. “夕の森”, 44.5 x 60 cm.

Los artistas de la pintura japonesa que trabajaron arduamente para explorar sus estilos personales dejaron de lado el marco tradicional, convirtiendo sus obras en expresiones de estilo únicas, pasando a ser la fuerza principal de la pintura de la posguerra. Entre ellos, la Asociación de Arte Creativo contó con 13 pintores, incluidos Yamamoto Kyujin (1900 - 1986), Yoshioka Kenji (1906 - 1990) y Toyoshiro Fukuda (1904 - 1970) de Tokyo, y Okumura koichi (1904 - 1974), Uemura Shok (1902 - 2001) de Kyoto, quienes propusieron un lema de resistencia contra las fuerzas feudales a través de la pintura artística: Queremos crear una pintura japonesa mundial¹²¹. Esta reivindicación fue fruto de la nueva estética y lo avanzando del mundo del arte moderno oriental en aquel entonces. La aparición de la Asociación de Arte Creativo no sólo estimuló a los pintores japoneses que participaban en las exposiciones destacadas en ese momento, sino que, también proporcionó una oportunidad a la nueva generación de pintores, quienes pudieron absorber los estilos modernos y la expresión del lenguaje de las pinturas occidentales. Debido a estos acontecimientos, y con el crecimiento económico después de la guerra, el número de pintores Nihonga fue aumentando gradualmente, así como también aumentó la demanda de colores. Hecho que ha contribuido al desarrollo de pigmentos minerales artificiales, denominados *shin-iwa* (en japonés, 新岩絵具), a los cuales se procesan sus diferentes partículas y grosores, tal como se hace con los pigmentos minerales, con la diferencia

¹²¹ *Historia de la Asociación de Arte Creativo*. [Consulta: el 9-1-2022]. Disponible en: <https://www.sogakai.or.jp/history.html>

de que poseen una gama de colores desde el número 6 hasta el número 13, lo que les confiere mayor claridad y hace que sus escalas sean más ricas.

El moderno desarrollo de la pintura japonesa ha pasado por un proceso complicado, y no ha estado exento de críticas. Dentro de estas críticas se puede extraer dos vertientes principales: por un lado, la de los que defienden que este tipo de pintura se debería aprender a través de un estilo europeo como base y, a raíz de ese conocimiento introducir varios géneros; por otro lado, se abogaba por que la pintura de los letrados chinos se usara como modelo y posteriormente se pudiera occidentalizar. Hay otros expertos que buscaban una forma de integrar ambas vertientes.

En los últimos cien años, distintos pintores japoneses han realizado diversas exploraciones y experimentos bajo sus respectivas teorías. Okakura Tenshin (1862 - 1913), un crítico del arte japonés moderno que influyó de manera importante en el desarrollo de la pintura nihonga, creía que Asia era un todo, por lo que defendía que el trabajo que se debía realizar en Asia era el de mantener las pinturas asiáticas originales, y proteger la esencia de cada nación. Para él, Japón, como país poderoso de Asia, debía velar por su propio desarrollo. Hizo una llamada a la tradición es que, basada en las innovaciones locales e intergeneracionales. Para este artista, después del paso del tiempo, y la acumulación de conocimiento que esto genera, las innovaciones que se logren conseguir se convierten en una parte de la tradición.

Desde la influencia de la pintura tradicional china y de la política de la Restauración Meiji, hasta la influencia occidental tras la Segunda Guerra Mundial, el arte nativo japonés y otras artes, debidos a esa influencia, acumularon un importante conocimiento desde el siglo XIX y que continúa formando a los artistas japoneses de hoy en día. La influencia de cada etapa no sucedía de forma independiente, sino que se retroalimentaban entre ellas. Debido a que la pintura nihonga tiene sus raíces en la pintura tradicional, esta continúa utilizando los pigmentos minerales empleados en la Antigüedad, así como los aglutinantes de origen animal característicos. También absorbe en gran medida los nutrientes del arte extranjero y del arte moderno, innovando así la tecnología de producción de materiales, lo que hace que la pintura Nihonga sea más próspera y que pueda presentar su apariencia actual y continuar su expansión hacía otras regiones asiáticas.

1.4. Definición de nihonga.

En el contexto de la historia del arte oriental, la expresión artística china se ha caracterizado como máxima influencia sobre los países de alrededor. En el capítulo anterior, pudimos ver que, desde hace más de mil años China ha tenido una profunda influencia en el desarrollo del arte japonés. En este proceso de desarrollo, la pintura japonesa, además de poseer un estilo de carácter patriótico, también intercambió conocimientos con otras culturas y estilos artísticos con el fin de estimular una riqueza artística propia. A través de herencias e innovaciones continuas, la pintura japonesa que vemos hoy en día se ha formado gradualmente y desde este contexto nace la pintura nihonga, cuyo término tiene diferentes acepciones dependiendo del país en el que se practique.

1.4.1. ¿Qué es nihonga?

Previamente a la Restauración Meiji (1868), en Japón se desarrollaron muchos géneros influenciados por épocas pasadas y por diferentes estilos artísticos procedentes de China. Por ejemplo, la pintura de estilo de colores intensos de la dinastía Tang se introdujo en Japón recibiendo el nombre Tang-e; a las obras hechas con tinta de la dinastía Song se les llamó Pintura Han y después de que la pintura de los letrados de la dinastía Ming y Qing fueran introducidas en Japón, se fue formando la Escuela Nanga (Pintura del sur). Estos son algunos de los fundamentos más importantes que contribuyeron a la formación y producción de la pintura japonesa.

Podemos ver que los nombres de las escuelas que dieron origen a las técnicas empleadas en esta pintura estaban basados en la herencia de las dinastías chinas, así como en la influencia social y política de la época, y en diferentes teorías artísticas. Desde un sentido literal, nihonga se compone de dos atributos: nihon y ga. El primero hace referencia a Japón, y el segundo atributo significa pintura o imagen. En los inicios de su creación, se le atribuía un concepto patrio. La promulgación de la Constitución japonesa en el S. XIX simbolizó el comienzo de un sistema estatal moderno. Desde entonces, se ha utilizado el nombre del país como un simbolismo de doble significado, por un lado, haciendo referencia al Japón establecido frente al mundo occidental y, por otro lado, refiriéndose a aspectos sociales relativos a la era anterior: el sentido de independencia nacional de un país fortalecido y reformado.

Desde el final del período Shogunato hasta principios de la Restauración Meiji, Japón redirigió su atención hacia China y Occidente, estudiando y absorbiendo conocimientos en una diversidad de campos, en los que se incluía el arte. Con la afluencia global de la cultura occidental, las pinturas al óleo importadas a Japón pasaron a denominarse Yoga, término que significa pintura occidental. Como se puede ver, dicha nomenclatura reflejaba la procedencia de la técnica y no características de la pintura en sí. Este nuevo estilo pictórico ya sea en términos de conceptos artísticos, de conciencia estética o de técnicas de expresión y de materiales, era completamente diferente a la pintura nativa japonesa. Esta última, inevitablemente enfatizaba ciertas características propias sobre la pintura Nihonga, destacando el uso de materiales y técnicas tradicionales. En 1878, el destacado profesor estadounidense Ernest Francisco Fenollosa (1853 - 1908) acudió a la Universidad Imperial de Tokio como profesor de Filosofía. Estaba muy interesado en el arte japonés ya que contaba con un grado considerable de comprensión de este. En 1882, utilizó el término Japanese Painting en su discurso *La verdadera historia del arte*, organizado por el grupo de arte japonés Ryuchikai, término que fue adaptado al japonés como Nihonga¹²². A raíz de esto, dicho nombre es tomado por la escuela Kano¹²³, perteneciente al sistema de pintura Han, como el centro de la pintura japonesa, destacando la influencia latente de varias escuelas de arte locales. A través de la promoción y revitalización de la escuela Kano, la pintura Nihonga fue cobrando más popularidad. El profesor Ernest Francisco Fenollosa comentó y enumeró las características y ventajas de este arte, de las que podemos destacar que: no persigue el realismo, no tiene uso de sombras, hace uso de la técnica del delineado para mantener el espíritu de las pinturas tradicionales japonesas y la expresividad, junto con los métodos de pintura de claroscuro occidentales y el uso de colores más vivos¹²⁴.

Al observar la definición de nihonga, esta se fue incluyendo en los diccionarios japoneses a mediados y finales del S. XX. La interpretación que se le da a esta pintura en el *Diccionario de arte japonés* (en japonés, 日本美術辞典) publicado en 1952, hace

¹²² SULLIVAN, Michael, *Intercambio de arte oriental y occidental*. 東西方美術的交流. Jiangsu Fine Arts Publishing House, Nanjing, 1998, p. 134.

¹²³ Es un estilo de pintura japonesa, y también es la escuela más grande en la historia de la pintura japonesa, y ha estado activa durante unos 400 años desde mediados del período Muromachi (siglo XV) hasta el final del período Edo (siglo XIX).

¹²⁴ *Art Truth y manuscrito de Fenollosa*. 美術真説とフェノロサ遺稿. [Consulta: el 8-1-2022]. Disponible en: <https://reurl.cc/Ep2O4R>

únicamente una breve mención, diciendo que se trata de una expresión artística utilizada durante la Era Meiji¹²⁵.

Sin embargo, el término Nihonga se definió finalmente de forma clara en el *Diccionario oficial japonés* (en japonés, 大辞典) publicado en 1934, de la siguiente manera:

*“Nihonga es una denominación que parece distinguir la pintura occidental. Se refiere a las pinturas creadas por japoneses en el pasado y que también incluye a las pinturas japonesas influidas por el arte occidental. ...Nihonga es una pintura que se refiere a pintar sobre seda y papel con un pincel de tinta, y la tinta china con un tono base, así como también con el uso de pigmentos minerales, aglutinante animal, acuarelas y otros materiales de pintura, y usando un dibujo lineal simple, tinta china y colores para expresar las ideas del artista.”*¹²⁶

Lo mencionado en el párrafo anterior también se explica en la *Enciclopedia de historias del arte japonés* (en japonés, 日本美術史事典) publicada en 1988:

*“Nihonga es una pintura que se introdujo desde China y se formó en un largo proceso histórico, utilizando pigmentos minerales (también se utilizan pigmentos artificiales después del periodo Meiji) y tinta. Es un término utilizado también para distinguir a las pinturas dibujadas con pinturas al óleo de occidente después de la Era Meiji. Sin embargo, hoy en día, el término Nihonga ha sufrido grandes cambios debido a la adopción de nuevos métodos de expresión, y se utilizan de manera diferente a las pinturas Yoga en conjunto. La razón por la que se divide Nihonga y pinturas occidentales es principalmente por considerar los materiales y técnicas como núcleo. Antes de la Era Meiji, la tinta y línea son la esencia de la pintura Nihonga, pero no se puede decir que estas sean su característica principal. Para la Nihonga moderna, el color tiene una posición absoluta.”*¹²⁷

En la revisión de la historia del arte japonés, el período Meiji es considerado un hito. Las representaciones artísticas anteriores a este período son vistas como tradicionales y, posteriormente a este, se las considera como modernas. La pintura nihonga jugó un papel muy importante en ese contexto histórico, dado que esta división también le repercutió, esto se observa al hacer una exploración global del origen de sus técnicas y herramientas ya que generalmente abarca a las utilizadas en el estilo tradicional típico de períodos previos a la dinastía Meiji, y también a las de los

¹²⁵ AOKI, Shigeru, *Materiales históricos de la pintura japonesa Meiji*. 明治日本画史料. Chuo Koron Bijutsu Shuppan Publisher, Tokio, 1991, p. 469.

¹²⁶ KITAZAWA, Noriaki, *Historia del arte límite: una nota sobre la historia de la formación del “arte”*. 境界の美術史-「美術」形成史ノート. Buryukke Publisher, Tokio, 2000, p. 134.

¹²⁷ TANABE, Saburōsuke, et al., *Enciclopedia de historias del arte japonés*. 日本美術史事典. Heibonsha Publisher, Tokio, 1987, p. 712.

estilos catalogados como pinturas modernas, posteriores a dicho período. Esto es lo que en síntesis conocemos actualmente como nihonga.

Es importante resaltar que este tipo de pintura no se diferencia únicamente de las pinturas occidentales en términos de técnicas, sino que también por la eliminación del uso del sombreado característico de la pintura china imperante en épocas precedentes al período Meiji. Además, se puede decir que nihonga es un término que comenzó a ser ampliamente utilizado con el despertar de la conciencia nacional, y posee de manera intrínseca esa responsabilidad patriótica.

1.4.2. Extensión del término nihonga

Desde la Segunda Guerra Mundial, hubo un movimiento de estudiantes de otros países asiáticos que viajaban a Japón a cursar estudios de distintas disciplinas. En ese momento, nihonga se había desarrollado hasta cierto punto, por lo que el flujo de estudiantes extranjeros supuso una importante fuente de exportación de este arte. Su esencia se ha extendido a otros países, entre los que destacan China y Taiwán como influencia más significativa, y además estos países difieren en la forma de nombrar a nihonga debido a un complicado trasfondo político.

1.4.2.1. Nihonga en China.

En China, las dos corrientes pictóricas que utilizan principalmente pigmentos minerales naturales son la pintura de colores intensos (en mandarín, 重彩) y la pintura mineral (en mandarín, 岩彩), ambas estrechamente relacionadas con nihonga.

El término pintura de colores intensos se originó en el libro *Las pinturas famosas a través de las edades*, del historiador chino Zhang Yan Yuan (815 d. C. a 907 d. C.), en el que se menciona esta pintura:

“Se utilizan colores intensos y se usan pigmentos con colores espesos para pintar.”¹²⁸

En su obra, Zhang Yan Yuan registra que, a través de una serie de procedimientos como la molturación, precipitación, eliminación de impurezas y división del tamaño de partículas, se producen colores intensos. Se observa a partir de esto que, en épocas

¹²⁸ ZHANG, Yan Yuan, *Las pinturas famosas a través de las edades*. 歷代名畫記. Jiangsu Fine Arts Publishing, Nanjing, 2007, p. 49.

pasadas en China al resultado de este procedimiento lo llamaban color intenso debido a sus características brillantes y a las propiedades de cobertura de los pigmentos minerales, que contrastaban con la transparencia de los pigmentos vegetales. Específicamente, se denomina pintura de colores intensos a la técnica de pintar tres veces con una solución mezclada con aglutinante y alumbre de potasio sobre una superficie, y de cubrirla posteriormente con nueve capas de pintura. Dicha técnica fue transmitida desde la Antigüedad¹²⁹¹³⁰. Resalta la importancia que esta técnica otorga a la coloración cuyo resultado es el de un efecto visual fuerte y hermoso. Entre los estilos tradicionales de esta corriente se incluyen el estilo del paisaje azul y verde, las pinturas palaciegas, murales budistas, pinturas tibetanas, etc. Como se mencionó en el capítulo anterior, en la historia del arte chino, durante la dinastía Yuan concretamente, la pintura a base de tinta se convirtió en la corriente principal y el color ya no se valoraba. Los artistas que se centraban en la pintura de colores intensos perdieron la posición dominante de sus técnicas, por lo que se fueron desvaneciendo de los registros de la historia del arte chino. Sin embargo, la pintura de colores intensos no desapareció, por ejemplo, Qiu Ying (1494 d. C. a 1552 d. C.) destacaba por pintar figuras de colores intensos durante la dinastía Ming (véase fig. 33).



Fig. 33. Qiu Ying, *Pintura de cien bellezas*. “百美图”, 36.8 x 483.2cm.

¹²⁹ WANG, Rong Qiang, *Explicación detallada de la técnica de tinta y pincel de caracteres*. 人物畫筆墨技法詳解. Guangxi Arts Publishing House, Nanning, 2001, p. 42.

¹³⁰ En mandarín es 三礬九染, es una técnica tradicional en la pintura china tradicional que cada aplicación de color debe ser fina. Después de pintar varias veces de color, agregue una solución mezclada con el aglutinante y alumbre de potasio (en mandarín: 膠礬水) para fijar el color en la pintura. Así se deja un efecto de los colores denso y saturado.

Después de la Segunda Guerra Mundial, las relaciones entre China y Japón se recuperaron. Los estudiantes chinos que viajaban a Japón a estudiar arte, como fue el caso de la profesora Hu Ming Zhe y del profesor Wang Xiong Fei, llevaron de regreso a su país conocimientos de la pintura nihonga, así como de la aplicación de pigmentos minerales y diversas técnicas aprendidas¹³¹. Hicieron una distinción entre la pintura mineral y la pintura de colores intensos. La palabra mineral (en japonés, 礦) o la palabra Iwa (en japonés, 岩) se utilizan indistintamente para describir a los minerales, aunque en China se ha utilizado este último término para denominar a la pintura mineral. Por lo tanto, se podría decir que, por el origen, producción, y otras características, la denominada pintura mineral equivale a la pintura nihonga.

Tanto la pintura de colores intensos como la pintura mineral se remontan a la dinastía Tang, donde el desarrollo de pigmentos minerales fue el más próspero, y llegó más allá de los murales de Dunhuang. Sin embargo, debido a los diferentes contextos históricos, los orígenes de estas dos pinturas son diferentes, esto es, la pintura de colores intensos se basaba en conocimientos procedentes de China, mientras que la pintura mineral estaba basada en una perspectiva japonesa.

En lo referente a los materiales utilizados, lo más parecido entre ambos estilos es que se basan principalmente en pigmentos minerales. Los pigmentos principales de la pintura de colores intensos eran la azurita, la malaquita, el ocre, el cinabrio, etc., y pigmentos vegetales como la gutagamba, cártamo, etc. Mientras que la pintura mineral coincide con los materiales y técnicas nihonga, la cual no sólo utiliza colores minerales naturales, sino que también incluye el pigmento *shin-iwa* (en japonés, 新岩絵具), pigmentos de tierra, pigmentos *suihi* (en japonés, 水干顔料)¹³² y pan de oro, plata, cobre, etc. Por lo tanto, el sistema de pigmentos de la pintura mineral es más abundante que el de la de pintura de colores intensos. Otra similitud encontrada es que ambas técnicas utilizan aglutinante animal. En lo referente a las técnicas de expresión, la pintura de colores intensos utiliza principalmente la técnica de pintar tres veces con una solución mezclada con aglutinante y alumbre de potasio y nueve capas de color, el ejemplo más típico de esta técnica es la obra *Mil li de ríos y montañas*. Por otro lado, la pintura mineral basada en las técnicas nihonga, debido a la influencia

¹³¹ LIN, Ting Ting, et al., *Antología de escritoras chinas en el mundo*. 芳草萋萋：世界華文女作家選集. Huacheng Press, Guangzhou, 2012, p. 193.

¹³² Se llama *suihi*, que se elabora purificando con agua (sui) y secando (hi). Es un pigmento teñido con alta estabilidad a la luz, que utiliza el gofun como extensor.

occidental a partir del siglo XIX, es una técnica más diversificada que la pintura de colores intensos.

1.4.2.2. Nihonga en Taiwán.

La referencia de nihonga en Taiwán se conoce como pintura de minerales y aglutinantes (en mandarín, 膠彩畫). El artista taiwanés designado como el padre de este estilo pictórico, Lin Zhi Zhu (1917 - 2008) propuso una definición:

“La pintura de minerales y aglutinantes se refiere al uso de los aglutinantes (cola de ciervo, cola de vaca, cola de pescado, etc.) como medio, mezclando con pigmentos minerales, pigmentos suihi, pigmentos vegetales o pigmentos metales (oro, plata, aluminio, etc.). Todas las obras se pintan con estos materiales. No se limita a qué estilo o qué técnica es utilizada, ni a la nacionalidad de los artistas.”¹³³

Desde 1895 hasta 1945 Taiwán estuvo bajo el dominio japonés, hecho que influyó en la introducción de la pintura oriental en tierras taiwanesas. No obstante, no fue hasta 1971 cuando se llevó a cabo la primera exposición oficial, la Exposición de Arte de Taiwán¹³⁴. La Escuela de Pintura de Kioto, combinó los conocimientos de tres escuelas: la del este, la del sur y la del norte dentro de una misma categoría que pasó a denominarse pintura oriental¹³⁵. En ese momento, estas escuelas se especializaban en las pinturas Han. En concreto, el apelativo de pintura oriental hace referencia a la pintura china, a la pintura nihonga y a la pintura Han, es decir, al conjunto de los estilos pictóricos más sobresalientes de Asia.

Influida por las políticas de empoderamiento de la nación japonesa, la técnica Nihonga posterior a la Restauración Meiji se introdujo en Taiwán siendo rebautizada como pintura oriental. A través de las exposiciones de arte oficiales, los pintores japoneses llegaron a Taiwán para impartir docencia artística y los taiwaneses fueron a Japón para estudiar Nihonga, convirtiéndose esta en la corriente pictórica principal de Taiwán¹³⁶. Pintores taiwaneses destacados como Chen Jin (1907 - 1998), Guo Xue

¹³³ ZHAN, Qian Yu, *Investigación sobre la pintura de Lin Zhi Zhu. 林之助繪畫藝術之研究*. Museo de arte provincial de Taiwán, Taipéi, 1977, p. 51.

¹³⁴ XIAO, Qiong Rui, *Recopilación de datos históricos y perspectivas de investigación de la Exposición de arte de Taiwán 80 años. 台灣美展 80 年的史料彙整與研究展望*. [Consulta: el 8-1-2022]. Disponible en: <https://reurl.cc/GomkND>

¹³⁵ WAN, Shu Xian, *El estatus quo de la pintura de colores intensos de Taiwán*. TFM dirigido por el profesor Wu Lei, Facultad de Bellas Artes, Universidad Normal de Shandong, Jinan, 2017, p. 7.

¹³⁶ WAN, Shu Xian, *El estatus quo de la pintura de colores intensos de Taiwán*. TFM dirigido por el profesor Wu Lei, Facultad de Bellas Artes, Universidad Normal de Shandong, Jinan, 2017, p. 9-10.

Hu (1908 - 2012), Lin Yu Shan (1907 - 2004), incluido Lin Zhi Zhu, etc., tienen una formación académica en Japón. Por lo que sus estilos fueron muy influenciados por las disciplinas artísticas de ese país, a través de lo cual se heredó la técnica del uso de pigmentos minerales en la pintura, la cual se mezcló con el paisaje, la costumbre y la tradición nativa japonesa, una obra que ejemplifica ese hecho es el *Estanque de loto* de Lin Zhi Zhu (véase fig. 34). Así, la pintura oriental se ha convertido en una pintura de característica local, incluso hay eruditos que abogan por llamarla exclusivamente pintura de Taiwán.



Fig. 34. Lin Zhi Zhu, *Estanque de loto*. “蓮池”, 146.4 x 215.2cm.

En 1949, el Gobierno nacionalista chino se trasladó a Taiwán. Este acontecimiento acarrió a que un gran número de pintores tradicionales chinos llegara a este país, los cuales eran herederos de la pintura de los letrados que prevalecieron después de la dinastía Yuan. Estos artistas dirigieron la educación artística de Taiwán, aunque la pintura tradicional china era el único contenido que impartían. Debido a la compleja conciencia contraria a la cultura japonesa y a favor del nacionalismo chino de la época, la pintura oriental fue rechazada por exclusivamente por su procedencia¹³⁷, y esta sólo se podía enseñar de forma privada. Cuando los pintores creaban obras con estas

¹³⁷ LIAO, Hsin Tien, *La lógica de los nombres y la identidad cultural imaginada en la controversia del GuoHua ortodoxo durante el período temprano de la posguerra en Taiwán (1946-1959): un microanálisis de la política cultural*. 臺灣戰後初期正統國畫論爭中的命名邏輯及文化認同想像 (1946-1959): 微觀的文化政治學探析. Academia de Bellas Artes de Taiwán, Museo Nacional de Bellas Artes de Taiwán, Taichung, 2008, p. 5.

técnicas rechazadas y las exhibían en exposiciones de arte, a menudo atraían la atención, para bien y para mal, de quienes apoyaban la pintura tradicional china.

En aquel entonces, Lin Zhi Zhu, con el fin de llevar adelante esta pintura y haciendo grandes y vanos esfuerzos para cultivar talentos, participó activamente en las exposiciones de arte oficiales y locales, en las que era respetado por el público. Por este motivo, los partidarios de la pintura con tinta se posicionaron en su contra y cancelaron el departamento de pintura oriental en las exposiciones¹³⁸. Todo esto supuso un duro golpe para los artistas amantes de la pintura oriental. Además, provocó que muchos creadores comenzaran a pintar otro tipo de técnica, haciendo que la pintura oriental estuviera camino de su extinción, pero Lin Zhi Zhu no se desanimó. Nombres como pintura oriental, segunda pintura china y nueva pintura china no eran aceptados por los artistas de la pintura con tinta, y mucho menos la palabra nihonga directamente traducida al mandarín. Finalmente, en 1977, Lin Zhi Zhu propuso nombrar a la pintura nihonga como pintura de minerales y aglutinantes (en mandarín, 膠彩畫), por los materiales utilizados en sus diferentes procesos, y este nombre fue aceptado y publicado por primera vez en las dos principales revistas de arte taiwanés, Lion Art (en mandarín, 雄獅美術) y Artist (en mandarín, 藝術家)¹³⁹. Así, fueron reconocidas por la mayoría de la gente, revertiendo gradualmente el declive, y estableciéndose la pintura de minerales y aglutinantes taiwanesa.

Poniendo en común los tres estilos pictóricos mencionadas anteriormente, podemos deducir que coinciden en el uso de materiales y técnicas. El nombre de la pintura de minerales y aglutinantes enfatiza el aglutinante, la pintura de colores intensos enfatiza su estilo caracterizado por las capas de color y brillo, y la pintura mineral enfatiza el uso de pigmentos minerales. Sin embargo, desde el punto de vista del acabado y del estilo, no presentan grandes diferencias e incluso destacan características comunes:

- Estilo y forma originarios de oriente (principalmente liderado en China).
- Se usa el mineral como pintura principal y otros pigmentos como auxiliares, y suelen ser mezclados con aglutinante animal.
- Se enfatizan los colores y texturas de los materiales, que se diferencian, de la tinta.

¹³⁸ QIU, Lin Ting, *Historia del arte de Taiwán. 臺灣美術*. Wu-Nan Book, Taipéi, 2015, p. 337.

¹³⁹ ZHU, Pei Yi, *Arte realista taiwanés (1895-2005). 台灣寫實主義美術(1895-2005)*. Diancan art & Collection, Taipéi, 2006, p. 131.

A parte de las características que comparten estos estilos, debido a razones políticas convergen en la decisión de evitar el uso de las palabras Japón y Nihonga a la hora de referenciar su origen. Sin embargo, China y Taiwán a menudo organizan conferencias y exposiciones conjuntas, en las que no evitan los enredos a la hora de denominar a la técnica. La palabra Nihonga fue considerada como un legado del imperialismo y el colonialismo japonés, por ambas naciones. Razón por la cual la pintura de minerales y aglutinantes delimitó directamente una línea divisoria con la pintura Nihonga. La pintura de colores intensos y la pintura mineral se alejaron de la influencia japonesa para seguir las raíces de las pinturas tradicionales chinas y su ímpetu en desarrollarlas. Sin embargo, sea cual sea el método de rectificación, no se puede evitar la relación que estos estilos tienen con la pintura Nihonga. Tanto Taiwán como China quieren reconstruir una posición y un valor propios respecto a este estilo de pintura y, al mismo tiempo, buscan la oportunidad para continuar desarrollándola.

CAPÍTULO 2. PROPIEDADES DE LOS PIGMENTOS NIHONGA.

Dentro de los pigmentos, aquellos de origen mineral son los más importantes para nihonga. Durante el desarrollo industrial del siglo XIX surgió una creciente demanda debido a la diversidad de tonalidades en el arte. Ello condicionó los pigmentos utilizados en esta pintura de estilo japonés. Durante dicho periodo industrial, además del proceso de producción mineral para la obtención del color y la clasificación del tamaño de sus partículas, aparecieron pigmentos minerales artificiales como el *shin-iwa* (en japonés, 新岩絵具) y otros colores artificiales y sintéticos, así como también pigmentos metales, pan de oro, plata y cobre.

2.1. Tipos de pigmentos.

La amplia gama de pigmentos se puede dividir en las siguientes categorías: minerales, metálicos, vegetales, animales y artificiales.

Pigmentos minerales:

Materias como la tierra y las rocas representan los elementos más antiguos para obtener colores a lo largo de la historia. Se diferencian según la región de la que se obtengan, así como el proceso de producción empleado para su desarrollo. Entre los pigmentos minerales más comunes podemos encontrar el lapislázuli, la azurita, la malaquita, el cinabrio, el rejalgar, el oropimente, el ágata, la turmalina, la amazonita, el jaspe, la caolinita, la creta, el yeso, el talco, la mica, el cuarzo, el óxido de hierro, etc.

Pigmentos metálicos:

Estos pigmentos se extraen directamente del metal a través de procedimientos específicos, lo cual les confiere un brillo característico. Por lo general, están compuestos, principalmente, de pan de oro, polvo y barro. La escuela Kanō, la más importante de la historia de la pintura japonesa, utiliza a menudo pan de oro como fondo en sus pinturas. La influencia estilística de esta escuela ha determinado que los elementos metálicos sigan siendo indispensables en la pintura nihonga.

Pigmentos de origen vegetal¹⁴⁰:

Extraídos, en su mayoría, de raíces, tallos, hojas, flores, frutos y ramas de plantas. Como ejemplo tenemos la gutagamba, el bluegrass, el cártamo, el *Sappan lignum*, la gardenia las *Gardenias jasminoides*, el *Lithospermum rythrorhizon*, el árbol de las pelucas, las rubiáceas, etc.

Pigmentos de origen animal:

Generalmente, proceden de animales marinos, como la cochinilla del carmín, las perlas, y también del marfil y los huesos de algunos animales.

Pigmentos artificiales:

Con el desarrollo de la alquimia en la antigua China se elaboraron pigmentos artificiales, entre los que podemos mencionar el albayalde, el tetraóxido de plomo, el sulfuro de mercurio y el verdigrís.

La clasificación de los pigmentos no atiende solo a su distinción. Los expertos han planteado una categorización que divide los pigmentos en dos categorías (véase fig. 35): pigmentos inorgánicos y pigmentos orgánicos. Estos, a su vez, se pueden subdividir en otros tipos.

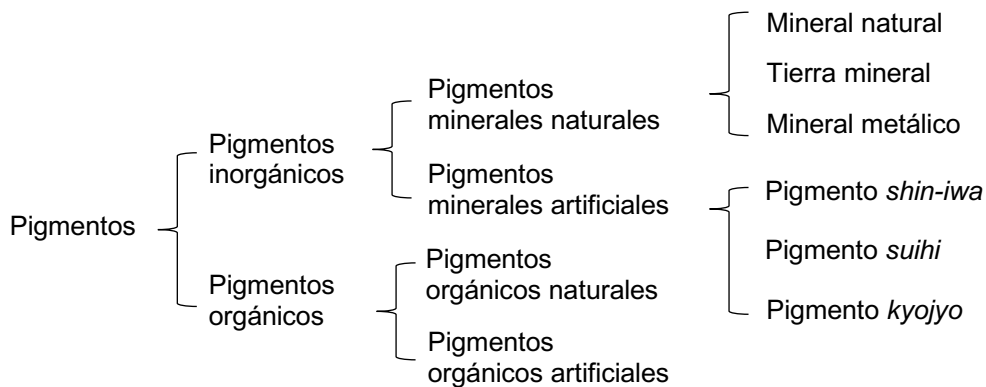


Fig. 35. Esquema de la clasificación de los pigmentos orgánicos e inorgánicos.

¹⁴⁰ Se utiliza el término pigmento para referirse tanto a los pigmentos cuya procedencia es mineral como a los colorantes de origen orgánico.

2.2. Distinción entre pigmento y colorante.

En el capítulo anterior pudimos observar que en la historia de la pintura oriental los pigmentos tradicionales se podían clasificar en dos categorías: minerales y colorantes.

Los colorantes hacen referencia a sustancias procedentes principalmente de extractos vegetales como de animales. Son solubles en disolventes y aglutinantes. Para la producción de las materias colorantes de origen vegetal, se licuan los extractos hasta obtener un zumo, el cual se hierve con el objetivo de eliminar el exceso de líquido. El resultado se refina, pasa por un proceso de concentración y purificación para, finalmente, conseguir colores saturados. Entre los colorantes vegetales más representativos de la Antigüedad se incluyen la gutagamba y la rubiácea. Por su parte, entre los de origen animal, el más utilizado era la cochinilla del carmín.

Los pigmentos hacen referencia a los colorantes que son generalmente insolubles en disolventes y aglutinantes; pueden ser orgánicos, inorgánicos, así como presentar color o no presentarlo¹⁴¹.

Los pigmentos vegetales son baratos y fáciles de conseguir y se pueden mezclar libremente para lograr una tonalidad más rica. Por el contrario, los minerales son caros y difíciles de obtener; además, su proceso de elaboración es largo y costoso para la escasez de matices que se pueden conseguir con ellos.

En la tabla 3 se observa las diferencias entre ciertas características del pigmento mineral y del colorante.¹⁴²

	Pigmento mineral	Materia colorante
Material	Minerales y pedrería	Animales y plantas
Solubilidad en agua	No	Sí

¹⁴¹ DOERNER, Max. *Los materiales de pintura y su empleo en el arte*. Reverté, Barcelona, 2001, p. 7

¹⁴² Las dos figuras en la tabla 3. [Consultado el 10-1-2022]. Disponible en: <https://reurl.cc/Gomg3G>.

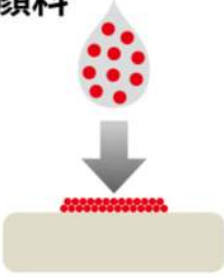
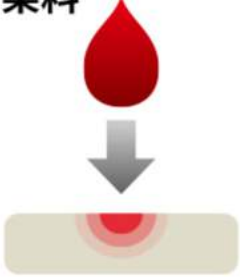
Método de coloración	Pegado a la superficie 顔料 	Penetración en el interior 染料 
Poder tintóreo	Malo	Muy bueno
Características	Gravedad específica alta, granoso, opacidad, alto poder de cobertura	Gravedad específica baja, diafanidad alta, bajo poder de cobertura
Escala cromática	Menos completo	Completo
Mezcla de colores	Dificultad para mezclar colores ¹⁴³	Facilidad para mezclar colores
Accesibilidad	Caro y no es fácil de conseguir	Barato y fácil de conseguir

Tabla 4. Diferencias entre pigmentos minerales y materias colorantes.

2.3. Aproximación a los pigmentos de origen mineral.

Con el paso de los siglos, la pigmentación en el arte nihonga ha recurrido a técnicas tradicionales, según las cuales los pintores mezclaban el pigmento con el aglutinante. Los pigmentos minerales tienen partículas de diferentes tamaños y difieren en sus características, por lo que la cantidad de aglutinante utilizada también varía, pues depende de la compresión y de la reducción del color pigmentario, factores que harán que los componentes se unan.

¹⁴³ KAO, Yung Lung, *Ir a la deriva: Discurso creativo sobre las pinturas de colores intensos de Kao Yung Lung*. Tesis doctoral dirigida por los profesores Lin Chang De y Zhan Qian Yu. Facultad de Bellas Artes, Universidad Nacional Normal de Taiwán, Taipéi, 2012, p. 80.

Para saber cómo separar los diez tamaños de partículas diferentes (de no. 5 a no. *byaku*¹⁴⁴) a la hora de producir colores hay que tener en cuenta, antes que nada, conceptos básicos tales como la composición y las propiedades del mineral. Si se observan los minerales teniendo en cuenta su condición para fabricar pigmentos es necesario centrarse en comprender su constitución: la dureza, la gravedad específica y la exfoliación. De tal forma que se consigan reducir posibles errores durante el proceso de producción.

Mineral y roca:

Los minerales son elementos químicos encontrados en la naturaleza; se forman bajo ciertas condiciones físicas y químicas. Son sustancias básicas que componen rocas y tierra. Según expertos del Museo Digital de Naturaleza y Humanidades de Taiwán, los minerales deben cumplir las siguientes condiciones:¹⁴⁵

- Ser sólidos y homogéneos, tienen que haber surgido de forma natural y estar compuestos por sustancias inorgánicas;
- Deben ser generados por una acción inorgánica;
- Los átomos o iones que los componen tienen que contar con una determinada disposición, es decir, cada mineral debe contener una estructura cristalina fija;
- Presentar una composición química específica y determinadas propiedades físicas.

Sin embargo, a medida que avanza la investigación, surgen nuevas definiciones de mineralogía. Por ejemplo, en el portal de Geociencias de Taiwán se explica lo siguiente:

“En el campo de la mineralogía, algunos mineralólogos han cambiado esa definición inicial excluyente por una más permisiva, por lo que actualmente se incluyen otras sustancias que cumplen con los requerimientos minerales. Por ejemplo, la concha de la ostra o el mineral natural aragonito son iguales en composición y estructura, pero el primero es

¹⁴⁴ 5 a *byaku* es el número de tamaño de partícula de los pigmentos, 5 es el más grueso, el *byaku* es el más fino.

¹⁴⁵ Museo Digital de Naturaleza y Humanidades de Taiwán, *¿Qué son los minerales?* [Consultado el 31-1-2021]. Disponible en: <https://reurl.cc/Rj08qe>.

*generado por organismos, algo que no había en la definición de minerales anteriormente, pero la concha de la ostra, actualmente, ha sido aceptada como un mineral.*¹⁴⁶

De acuerdo con esta nueva acepción, el *gofun*, pigmento utilizado en la pintura nihonga que procede de las conchas, también se puede posicionar dentro de la categoría de los minerales. Por otra parte, las propiedades físicas de estos últimos son, a su vez, uno de los indicadores para identificarlos, como también señalan los expertos del portal de Geociencias de Taiwán:

*“Debido a la composición química específica y a la estructura cristalina de varios minerales, estos tienen algunas propiedades físicas específicas. Las principales propiedades físicas incluyen: según las propiedades físicas de los cristales irradiados por la luz como: color, rayado, lustre y diaphanidad; de acuerdo con su estructura atómica y propiedades de hábito cristalino se pueden distinguir: exfoliación, partición, fractura, tenacidad y dureza; según las propiedades de los sentidos: gusto, olfato, tacto; y otras como gravedad específica, cualidades fisicotérmicas, magnetismo, electronegatividad y radiactividad, etc.”*¹⁴⁷

Por otra parte, las rocas están compuestas por gran cantidad de minerales (o cuasiminerales)¹⁴⁸ Elementos químicos como el oxígeno, el silicio, el aluminio, el hierro, el calcio, el sodio, el potasio y el magnesio se encuentran sobre la corteza de las rocas y representan más del 98% de su composición.¹⁴⁹

Los principales minerales que caracterizan la composición de una determinada roca se denominan minerales formadores de rocas o minerales esenciales. Entre ellos se encuentran el cuarzo, la mica, el feldespato, etc.¹⁵⁰

Yacimiento mineral:

La parte de la corteza terrestre donde se concentran distintos elementos y minerales se denomina yacimiento o depósito mineral. Estos minerales se diferencian según los depósitos en los que se formen, por lo que la producción de cada uno también será

¹⁴⁶ Portal de Geociencias de Taiwán, *Mineral*. [Consultado el 10-1-2022]. Disponible en: <https://reurl.cc/ak9RkY>

¹⁴⁷ Portal de Geociencias de Taiwán, *Mineral*. [Consultado el 10-1-2022]. Disponible en: <https://reurl.cc/ak9RkY>.

¹⁴⁸ LUTGENS, Frederick K., et al., *Geociencia conceptual 1: geología y paisaje. 觀念地球科學 1: 地質·地景*. Commonwealth Publishing, Taipéi, 2018, p. 47.

¹⁴⁹ LUTGENS, Frederick K., et al., *Geociencia conceptual 1: geología y paisaje. 觀念地球科學 1: 地質·地景*. Commonwealth Publishing, Taipéi, 2018, p. 80.

¹⁵⁰ ZHOU, Qiu Xiang, *Introducción a las ciencias naturales y la tecnología viva. 自然科學與生活科技概論*. Prensa psicológica, Nueva Taipéi, 2005, p. 273.

distinta. A continuación, mencionaremos los principales tipos de yacimientos minerales (véase fig. 36).

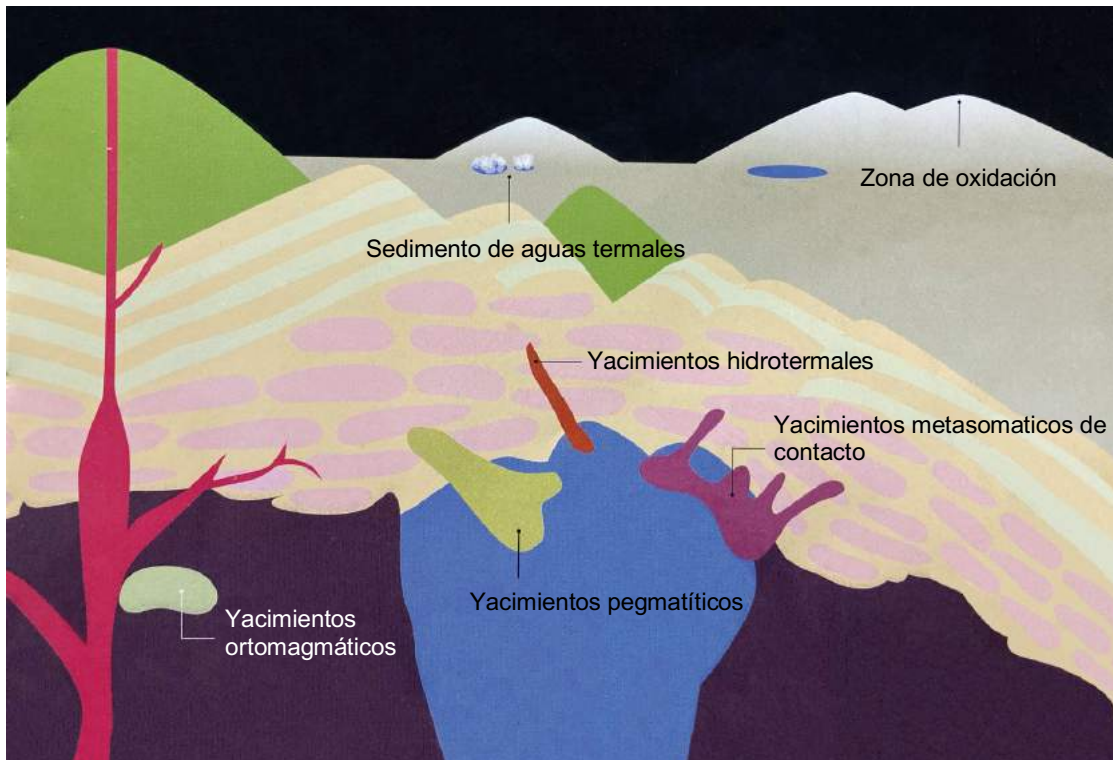


Fig. 36. Esquema de los yacimientos minerales.

- A. Yacimientos pegmatíticos: es uno de los yacimientos más importantes de producción mineral, en el que se forma una amplia variedad de minerales. Actualmente, existen tres puntos de vista sobre la formación de la pegmatita:

“Cristalización de magma: Representada por Aleksandr Yevgénievich Fersman (1883 - 1945) y Paul Niggli (1888 - 1953). Creyeron que, a una alta temperatura y a una alta presión, los elementos volátiles como el flúor o el boro pueden disolverse infinitamente en el magma. Por tanto, al final de la cristalización del magma, se forma el fluido enriquecido. Este fluido de gran fluidez puede penetrar en las grietas de otras rocas y producir cristales para formar vetas minerales, a esto último se le llama pegmatita.

Yacimientos pirometasomáticos: Los estudiosos que apoyan este punto de vista notan la solubilidad limitada del agua en el magma del granito, por lo que niegan la existencia de un magma de pegmatita especial. Creen que el proceso de formación específico de los yacimientos pegmatíticos de granito se divide en dos etapas: La primera etapa se produce por recristalización de la roca madre y la segunda etapa por metasomatismo.

Cristalización de magma junto con yacimientos pirometasomáticos: Esta visión está representada por Harry Hammond Hess (1906 - 1969) y Nils Otto Gustaf Nordenskjöld

(1869 - 1928). Creen que el proceso de formación de la pegmatita se puede dividir en dos etapas independientes: La primera es la fase de magma y la segunda la fase metasomática.¹⁵¹

Los yacimientos pegmatíticos producen minerales tales como el cuarzo, los feldespatos, el berilo, etc.

- B. Yacimientos hidrotermales: están compuestos por fluidos hidrotermales cercanos al magma subterráneo. Estos contienen gran cantidad de componentes metálicos disueltos. A medida que el magma se calienta, el fluido hidrotermal reacciona con las rocas circundantes, cambiando su composición interna mientras asciende lentamente hacia la superficie. Durante el proceso, el fluido hidrotermal se cuele por el estrato y las grietas de la roca, las cuales, al enfriarse, se solidifican y forman vetas minerales.¹⁵²

Los yacimientos hidrotermales producen minerales del tipo de la calcopirita, la galena, la pepita de oro, pirita, etc.

- C. Yacimientos metasomáticos de contacto: el componente principal de la piedra caliza, la dolomita y otras rocas es el carbonato que, junto con el fluido hidrotermal procedente de la vaporización del mineral liberado, después de que el magma se haya enfriado y cristalizado, da como resultado una reacción metasomática de contacto.¹⁵³

Los yacimientos metasomáticos de contacto producen magnetita, hematita, granate, piroxeno, etc.

- D. Yacimientos ortomagmáticos: cuando el magma generado en la tierra se eleva y, posteriormente, se enfría pasa a formar roca plutónica, la cual está compuesta por minerales metálicos que se van acumulando en función de su densidad. Estos yacimientos se ubican, en su mayoría, en la parte profunda de la corteza terrestre porque solo en un ambiente de esas características se produce el enfriamiento lento del magma. Ello facilita la diferenciación magmática completa.

¹⁵¹ YUAN, Jian Qi, *Mineralogía. 礦物學*. Geological Publishing House, Pekín, 1979, p. 61-64.

¹⁵² SATOSHI, Matsubara, *Minerales y gemas. 礦物寶石大圖鑑*. Trad. ZHANG, Si Wei, China Coal Industry Publishing House, Pekín, 2018, p. 7.

¹⁵³ SATOSHI, Matsubara, *Minerales y gemas. 礦物寶石大圖鑑*. Trad. ZHANG, Si Wei, China Coal Industry Publishing House, Pekín, 2018, p. 7.

También bajo ciertas condiciones, como el proceso de erupción del magma, se pueden formar yacimientos de este tipo.¹⁵⁴

Los yacimientos ortomagmáticos producen hierro, níquel, cromo, platino y otros minerales metálicos.

- E. Sedimento de aguas termales: el agua de lluvia que cae a la superficie terrestre penetra en los acuíferos profundos de la corteza. Este líquido es calentado por la geotermia y se transforma en agua termal.¹⁵⁵ Cuando la temperatura del agua aumenta a causa de la alta presión, se produce una grieta, que ascenderá a la superficie formando termas. En el exterior, los elementos que componen el agua termal se convertirán en sedimentos, que se precipitarán en diferentes minerales que varían según la temperatura del agua termal, la densidad del dióxido de carbono y las sustancias contenidas en el agua.¹⁵⁶

Los sedimentos de aguas termales producen azufre natural, pirita, marcasita, oropimente, rejalgá, etc.

- F. Zona de oxidación: la superficie de algunos yacimientos minerales metálicos se oxida debido a su exposición al agua de lluvia y al aire, que forman una zona de oxidación a gran escala. Este fenómeno se denomina enriquecimiento secundario.¹⁵⁷ Estos cambios, documentados en los yacimientos de sulfuros metálicos, son relativamente intensos. Por ejemplo, dentro de los sulfuros de cobre primarios se encuentra el sulfato de cobre formado durante el proceso de oxidación supergénea. Cuando la solución del sulfato de cobre se encuentra con minerales carbonatos, decimos que se reúnen las condiciones idóneas para procesar el mineral y poder convertirlo en pigmento. Es el proceso por el que se obtienen algunos de los colorantes más importantes en la pintura, como los procedentes de la malaquita y la azurita.¹⁵⁸

¹⁵⁴ FENG, Jia Ping, *Geografía china. 中國地理*. Pekín Normal University Publishing House, Pekín, 1988, p. 44.

¹⁵⁵ SATOSHI, Matsubara, *Minerales y gemas. 礦物寶石大圖鑑*. Trad. ZHANG, Si Wei, China Coal Industry Publishing House, Pekín, 2018, p. 7.

¹⁵⁶ HAN, Mo Mo, *Colección mundial de aguas termales. 世界溫泉集錦*. Editorial Songbo, Taipéi, 2015, p. 11.

¹⁵⁷ SATOSHI, Matsubara, *Minerales y gemas. 礦物寶石大圖鑑*. Trad. ZHANG, Si Wei, China Coal Industry Publishing House, Pekín, 2018, p. 7.

¹⁵⁸ LUO, Bi Lun, *Discusión sobre signos de prospección de depósitos de elementos del grupo del platino máfico y magmático. 鎂鐵質岩漿鉑族元素礦床找礦標志的探討*. Revisión Geológica, vol. 6, Geological Publishing House, Pekín, 1980, p. 523.

En la zona de oxidación aparecen minerales como la malaquita, la azurita, la brochantita, la cerusita, etc.

Tipos:

Minerales de sulfuro, minerales de óxido, minerales de halogenuro, minerales carbonatos, minerales de sulfato, minerales de fosfato, minerales de silicato, etc.

Composición:

Hidrógeno, carbono, oxígeno, magnesio, aluminio, silicio, azufre, calcio, manganeso, hierro, cobalto, níquel, cobre, plomo, etc.

Dureza:

La escala de Mohs, una de las más utilizadas en mineralogía, es un método que trata de discernir de forma cuantitativa los distintos grados de dureza de las rocas y los minerales. Dicha escala presenta diez minerales de referencia ordenados del 1 al 10, correspondiendo la dureza 10 al material más duro.

La tabla de dureza de Mohs se ordena de la siguiente manera (desde el mineral menos duro al de mayor dureza): 1. talco; 2. yeso; 3. calcita; 4. fluorita; 5. apatito; 6. ortosa; 7. cuarzo; 8. topacio; 9. corindón; 10. diamante.¹⁵⁹ Los minerales con mayor valor rayan los de menor valor.

Densidad relativa (también conocida como gravedad específica):

La densidad relativa de un mineral hace referencia al valor específico entre su peso y el peso del agua a temperatura de 4 °C. Cuando el peso del agua es 1, el peso mineral es varias veces mayor que el del agua.

Generalmente, la densidad relativa de los minerales con brillo metálico es mayor que la de aquellos sin brillo metálico.¹⁶⁰ Por ejemplo, el azufre tiene un valor de 2.1; el grafito 2.2; el cuarzo 2.7; el diamante 3.5; la calcopirita 4.3; la pirita 5.0, la fosforita 7.1; el cobre natural 8.9; la plata natural 10.5, y el oro natural 19.3 (cuando es puro).

La densidad relativa de los minerales es un concepto muy importante durante el proceso de producción de pigmentos nihonga. Debido a que la constitución de los

¹⁵⁹ LU, Di Min y WANG, Da Ye, *Metalurgia china antigua y reliquias culturales del metal*. 中國古代冶金與金屬文物. Shaanxi Science and Technology Press, Xi'an, 1998, p. 28.

¹⁶⁰ SATOSHI, Matsubara, *Minerales y gemas*. 礦物寶石大圖鑑. Trad. ZHANG, Si Wei, China Coal Industry Publishing House, Pekín, 2018, p. 13.

minerales es complicada, es necesario utilizar datos de densidad relativa para separar los diferentes minerales y así poder producir colores más puros.

Exfoliación:

Después de ejercer una fuerza externa sobre el mineral, este se rompe en una dirección y a favor de su superficie más débil, formando una zona lisa. Esta recibe el nombre de superficie de exfoliación. La característica de la exfoliación es que la estructura cristalina forma una superficie débil.¹⁶¹ Por lo general, la superficie de exfoliación se encuentra entre las capas atómicas, o donde la fuerza de enlace del átomo es más débil.

Cada sistema cristalino tiene un método de formación diferente, por lo que los minerales a menudo presentan distintas exfoliaciones, como se puede ver en la figura 37. Por ejemplo, un mineral con la exfoliación basal en una única dirección es la mica; con dos direcciones de exfoliación destacamos el anfíbol y el piroxeno, y con tres direcciones de exfoliación podemos encontrar la calcita.¹⁶²

Además, la exfoliación se puede utilizar como método para distinguir los tipos de rocas, aunque también existen minerales sin exfoliación.¹⁶³

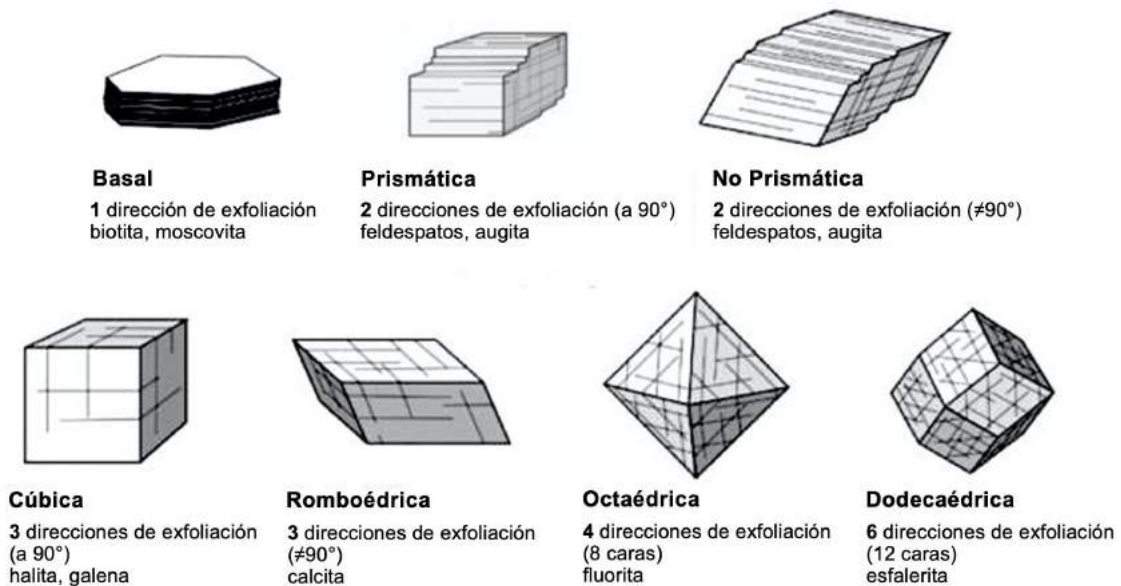


Fig. 37. Esquema de los tipos de exfoliación de los minerales.

¹⁶¹ PELLANT, Chris; PELLANT, Helen y TAYLOR, Harry. *Rocks and minerals*. 世界岩石與礦物圖鑑. Trad. ZHU, Jing Jiang, Owl Publishing House, Taipéi, 2008, p. 24

¹⁶² ZHU, Xing Yi, *Libro completo de apreciación de gemas*. 寶石鑑賞全書. Cube Press, Taipéi, 2021, p. 220.

¹⁶³ SATOSHI, Matsubara, *Minerales y gemas*. 礦物寶石大圖鑑. Trad. ZHANG, Si Wei. Pekín, China Coal Industry Publishing House, 2018, p.13.

Fractura:

Después de ejercer fuerza sobre un mineral siguiendo una dirección específica, sin romperlo, se produce una deformación.¹⁶⁴ Algunos minerales tienen fracturas únicas, lo que ayuda a su identificación y clasificación. Como ejemplos de fracturas podemos mencionar la fractura concoidea, la fractura terrosa, la fractura ganchuda, la fractura astillosa y la fractura desigual. Debido a que la fractura estará relacionada con la forma de las partículas, se ha creado el coeficiente de forma para su categorización.

Raya:

Para que un mineral se pueda convertir en pigmento, la clave más importante es la característica del color. El método de la raya es un procedimiento analítico en mineralogía para la identificación de los colores minerales.

Según su color, los minerales se pueden dividir en dos tipos. Por un lado, en sustancias que muestran el color original de acuerdo con su composición química principal. Por otro lado, en minerales que muestran diferentes colores según las sustancias impuras que contienen.

Para averiguar el color, el mineral se desliza, ejerciendo presión, sobre una placa de porcelana. El resultado es una traza pulverulenta de color. Este proceso es catalogado como raya (véase fig. 38).¹⁶⁵ También es uno de los procedimientos para distinguir si un mineral se puede convertir en un pigmento nihonga.



Izquierda: pirita.
Derecha: rodocrosita.

Fig. 38. Color de las rayas.

¹⁶⁴ FAN, Cheng, *Libro de tasación de diamantes. 鑽石鑑定全書*. Snooker Publication, Taipéi, 2014, p.54.

¹⁶⁵ ZHOU, Qiu Xiang, *Introducción a las ciencias naturales y la tecnología viva. 自然科學與生活科技概論*. Prensa psicológica, Nueva Taipéi, 2005, p. 271.

Lustre:

A la textura de la superficie mineral bajo el reflejo de la luz se le llama lustre. El lustre y la composición química del mineral están relacionados con la estructura cristalina y se pueden dividir en tres tipos:¹⁶⁶

- A. Brillo metálico: Es el brillo intenso que presentan los metales puros y los compuestos metálicos, como el oro, la plata, el cobre, el hierro, el estaño y la pirita, entre otros. Son minerales no transparentes y presentan una densidad relativa muy alta.
- B. Brillo submetálico: Son minerales metálicos oscuros y translúcidos que tienen un brillo metálico obvio, como la cuprita y esfalerita.
- C. Brillo no metálico: Son rocas con poca densidad relativa y un color más claro y transparente. Se clasifica en:¹⁶⁷
 - Brillo adamantino: Brillante como un diamante, translúcido o transparente. Sus rayas son de color claro, incoloras o blancas. Por ejemplo, el diamante, la scheelita, etc.
 - Brillo vítreo: Son minerales transparentes con brillo vidrioso cuyas rayas son incoloras o blancas, como el cristal, la fluorita y el cuarzo hialino.
 - Brillo resinoso y céreo: Es característico de aquellos que tienen el brillo de colofonia, como el ámbar.
 - Brillo sedoso: Con características de minerales fibrosos, como el yeso fibroso, el crisotilo y la ulexita.
 - Brillo nacarado o perlado: Tienen una estructura de escamas paralelas y características de exfoliación completa. Por ejemplo, la mica y el talco.
 - Brillo graso: Como si tuviera una capa de aceite. Destaca el apatito.
 - Brillo mate: Característico de minerales que casi no tienen reflejo especular debido a que presentan una superficie rugosa, como el caolín, etc.

¹⁶⁶ LUO, Shao Yong, et al., *Guía de identificación visual y experimentos de cristalografía y mineralogía. 結晶學與礦物學實驗及肉眼鑑定指導書*. Yunnan University Press, Kunming, 2012, p. 57.

¹⁶⁷ SATOSHI, Matsubara, *Minerales y gemas. 礦物寶石大圖鑑*. Trad. ZHANG, Si Wei. China Coal Industry Publishing House, Pekín, 2018, p.11.

Tenacidad:

La tenacidad está relacionada con la exfoliación, la fractura y el tamaño de las partículas de los minerales. Si las rocas pueden triturarse fácilmente, la tenacidad afecta a la fase inicial de ruptura, por lo que es importante considerar qué tipo de método emplear para romper la estructura que se quiera utilizar. Los minerales pueden ser frágiles, maleables, séctiles, dúctiles, flexibles y elásticos.¹⁶⁸

2.4. Minerales utilizados actualmente en la elaboración de los pigmentos nihonga.

Existen muchos minerales, pero no todos se pueden usar para la elaboración de pigmentos. El procedimiento para determinar si de un mineral se puede extraer un colorante requiere de varias fases. La primera de ellas consiste en observar detalladamente su apariencia. De este modo, los minerales que se presentan siempre de un mismo color, idiocromáticos, deben ese color a ciertos elementos. Por ejemplo, la superficie de la malaquita es verde. Por otra parte, el color que cambia debido a las impurezas se llama alochromático.

La segunda fase consiste en utilizar el color de las rayas de los minerales, mencionado en el apartado anterior, para evaluar el tono del polvo fino, triturado en una placa de porcelana. Hay muchos minerales que tienen colores de rayas similares a su apariencia, como el cinabrio y la azurita. También hay rocas que presentan una apariencia diferente a la resultante durante el proceso de rayado. Por ejemplo, la fluorita refleja muchos colores, como el violeta, el azul, el amarillo o el verde, debido a sus compuestos; sin embargo, la raya que desprende sobre la porcelana es blanca.

El color de un mismo mineral a veces es diferente, porque si las condiciones de formación varían, aparecerán rayas distintas. Por ejemplo, cuando la esfalerita contiene mucho hierro, las rayas aparecerán marrones, y cuando el contenido de hierro sea bajo, son de color amarillo claro o blanco amarillento.¹⁶⁹

¹⁶⁸ DYAR, Melinda Darby; GUNTER, Mickey E. y TASA, Dennis. *Mineralogy and optical mineralogy*. Mineralogical Society of America, Virginia, 2008, p.30-31.

¹⁶⁹ SONG, Chun Qing y ZHANG, Zhen Chun, *Fundamentos geológicos*. 地質學基礎. People's Education Press, Pekín, 1978, p. 44.

Como es lógico, durante el proceso de identificación de las rayas es necesario asegurarse de que el mineral no presenta otras impurezas o restos de oxidación en la superficie, para que el análisis pueda ser más exacto.

La tercera fase implica la dureza del mineral. La dureza de la placa de porcelana es de 6 a 7 puntos en la escala de Mohs. Por eso los minerales más duros no dejarán rayas en ella; solo una ínfima porción de polvo fino. Este tipo de mineral de elevada dureza (generalmente de 7 grados o más) es apto para ser esculpido y procesado para la elaboración de joyería. Teniendo en cuenta el mineral necesario para hacer pigmentos, un elemento con una dureza demasiado alta será difícil de moler y podrá causar daños graves en la maquinaria que se utilice en ese tipo de procesos. Por lo tanto, la mayoría de los minerales que presentan una dureza de menos de siete grados son utilizados, sobre todo, para la elaboración de pigmentos.

A continuación, emplearemos el color como clasificación para estudiar uno a uno los minerales que se han convertido en pigmentos en el mercado actual.

2.4.1. Pigmentos azules.

A lo largo de la historia el azul ha sido considerado, en algunas regiones, un color artísticamente relevante. Hace miles de años, los antiguos egipcios creían que el azul tenía el poder de reducir a los demonios. Además del uso del lapislázuli, en esta cultura se elaboró el azul egipcio. Su aplicación se muestra en el libro *Pigment compendium: a dictionary of historical pigments*:

“Los primeros ejemplos conocidos de la utilización del azul egipcio se remontan a la cuarta dinastía (2613 a. C. a 2494 a. C.), donde se moldeaba en amuletos, además de ser molido y utilizado como pigmento en esculturas pintadas y sarcófagos. Era de uso rutinario como el pigmento azul estándar del arte egipcio.”¹⁷⁰

En época contemporánea, Pablo Ruiz Picasso (1881 - 1973) utilizaba este color, durante el periodo azul, para expresar un estado de ánimo melancólico. También se utilizó en la obra de Joan Miró (1893 - 1983), concretamente en la pieza artística *Ceci est la couleur de mes rêves*, que contiene un punto azul que le da título al lienzo. Este color destaca en la famosa *performance* de contenido intelectual, *Antropometrías de la época azul*, de Yves Klein (1928 - 1962), llevada a cabo en el año 1960, con la que

¹⁷⁰ EASTAUGH, Nicholas, et al., *Pigment compendium: a dictionary of historical pigments*. Taylor and Francis, Londres, 2004, p. 148.

plasmó sus ideas subversivas a través del uso del azul con una profundidad arrolladora que no dejó indiferente al espectador.

En la historia de la pintura oriental, el azul también jugó un papel muy importante, como denotan los murales de las cuevas de Dunhuang. El lapislázuli y la azurita eran minerales muy importantes, que comenzaron a emplearse paulatinamente en la pintura. En Japón, el edificio Shōsō-in, construido en el periodo Nara, albergó muchos tesoros. Está decorado con lapislázuli y es un símbolo de la nobleza de alto rango.

Además, se ha hecho un amplio uso del pigmento azul en las pinturas murales Shohekiga (en japonés, 障壁畫), del periodo Momoyama, y en las pinturas de pantallas plegables del periodo Edo. Por ejemplo, en la obra *Biombo de los lirios* (véase fig. 39), de Ōgata Kōrin (1657 - 1716), se contempla un empleo abundante del color azul, además del verde y el dorado, para crear una obra decorativa y de diseño.

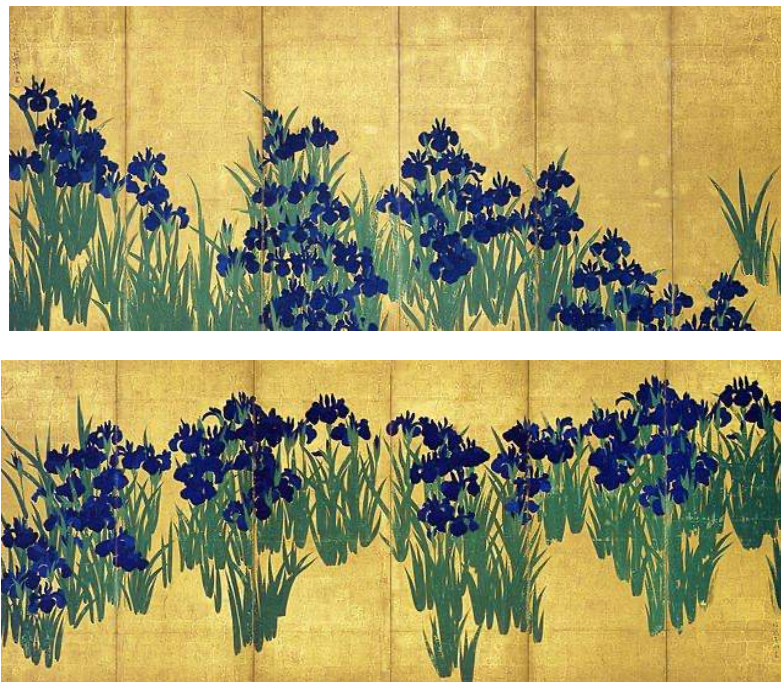


Fig. 39. Ōgata Kōrin, *Biombo de los lirios*. “燕子花図屏風”, 786 x 168.5 cm.

Así, el azul desempeña un papel único en diferentes culturas y regiones. Sin embargo, los minerales azules son bastante escasos, su precio es demasiado alto y se puede dar el inconveniente de que el tono conseguido no sea lo suficientemente fuerte, por lo que hay pocas materias primas que se puedan convertir en pigmentos minerales de este color, imprescindible en las pinturas nihonga.

Lapislázuli:



Fig. 40. Lapislázuli.

El lapislázuli (véase fig. 40) es un mineral del grupo de los silicatos, generalmente compuesto de varios minerales de color azul entre los cuales la azurita es el elemento principal. Esta puede aparecer junto con la *haüyna*, la sodalita y la noseana.¹⁷¹

La raíz *lapis* significa piedra en latín y *lázuli* se deriva del término *lāzaward*, que significa cielo en árabe, en referencia al color de este mineral. Este es el único nombre que se ha conservado desde la Edad Media hasta la actualidad.¹⁷²

El tono del lapislázuli es, principalmente, oscuro. Cuanto mayor sea el contenido de azurita, más llamativo y hermoso será. Además, suele contener pirita, la cual le aporta tonos dorados estrellados, y también calcita blanca. Hay pocos lugares en el mundo donde se produzca lapislázuli y es considerado un mineral precioso.

El lapislázuli de Afganistán se extrae en la zona minera de la provincia de Badajshán. Los depósitos mineros más conocidos son los de Sar-e Sang, explotados durante más de seis mil años. El lapislázuli de este depósito presenta diferentes tonos de azul de la mejor calidad y su azul oscuro es el más popular. En Uzbekistán se localizaba la ciudad de Tashkent durante la dinastía Tang y el centro comercial del reino de Jotán. En ese periodo, y a través de la ruta de la seda, pasando por el reino de Jotán, que era un importante canal de comunicación que conectaba el este y el oeste, el

¹⁷¹ IIDA, Koichi, *Enciclopedia de gemas naturales*. 天然寶石百科. Trad. HE, Pei Yi, Taiwán Editorial Tohan, Taipéi, 2012, p.478.

¹⁷² IIDA, Koichi, *Enciclopedia de gemas naturales*. 天然寶石百科. Trad. HE, Pei Yi, Taiwán Editorial Tohan, Taipéi, 2012, p.478.

lapislázuli fue traído por los mercaderes a Europa. Más tarde se comercializó con él en algunas regiones del Mediterráneo y por ello recibió el nombre de ultramarino, en referencia a la distancia de miles de millas recorridas a través del mar.¹⁷³

Por otro lado, fue distribuido al este, a China, y luego se envió por vía marítima a Japón. Este mineral estuvo vinculado con la propagación del budismo. Por esta razón, a la ruta de la seda también se la consideraba como la ruta del lapislázuli.¹⁷⁴

En el pasado, el lapislázuli se empleaba como elemento decorativo, además de ser usado como pigmento. Los primeros frescos de Dunhuang, en el este asiático, se remontan a la dinastía china Jin (266 d. C. a 420 a. C.). De hecho, para la ejecución de la obra pictórica *Música tocada por el ser celestial* (véase fig. 41), de la cueva de Kizil n.º 38, se utilizó colorante mineral obtenido a partir de lapislázuli.

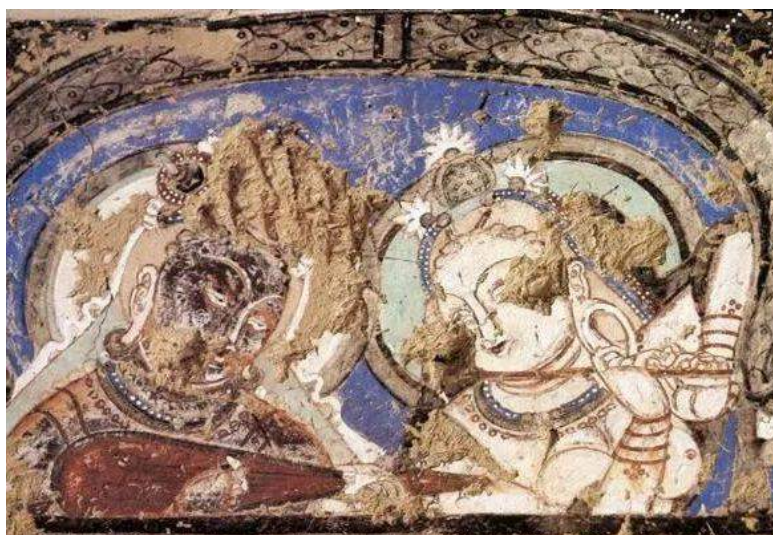


Fig. 41. Desconocido, *Música tocada por el ser celestial*. “天宮伎樂”.

Expertos orientales y occidentales han analizado fragmentos de las pinturas murales afganas y de las cuevas de Kizil. Los resultados revelaron que los pigmentos azules utilizados en los dos frescos proceden de lapislázuli afgano. Informes posteriores también demostraron que muchos de los pigmentos empleados en los murales de Dunhuang presentan la misma composición que el lapislázuli obtenido en Afganistán.¹⁷⁵

¹⁷³ IIDA, Koichi, *Enciclopedia de gemas naturales*. 天然寶石百科. Trad. HE, Pei Yi, Taiwán Editorial Tohan, Taipéi, 2012, p. 478.

¹⁷⁴ HUANG, Ren Da, *Los colores de China*. 中國顏色. Linking Publishing, Nueva Taipéi, 2011, p. 107.

¹⁷⁵ YAMAZAKI, Kazuo, *Materiales de investigación sobre pigmentos en pinturas murales de regiones occidentales*, vol. 212, Bijutsu Kenkyū, Tokio, 1961, p.31-33.

Para emplearlo como colorante, es necesario tratar el lapislázuli para obtener su azul profundo característico sin modificar el aspecto de la piedra original. Sin embargo, debido a las complejas inclusiones de minerales (el lapislázuli contiene calcita, dolomita, pirita, etc.), si esa combinación se muele directamente sin un tratamiento previo, el polvo de pigmento que aparecerá será azul grisáceo, lo que reduce en gran medida el valor del color esperado. Por tanto, deben eliminarse las impurezas mediante un proceso de purificación. Ese tipo de procedimiento no está recogido en los libros de historia de Oriente; es más, ni siquiera existe una nomenclatura establecida para el tratamiento del lapislázuli.

En Europa se estima que la utilización del lapislázuli comenzó a partir del siglo XIV. El continente supo transmitir conocimientos sobre el lapislázuli mejor que Oriente. Por ejemplo, existen documentos que reflejan el método de purificación. En una obra del pintor y teórico italiano Cennino d'Andrea Cennini (1370 - 1440), *El libro del arte*, en su capítulo LXII, *De la naturaleza y forma de hacer el azul de ultramar*, se describe con detalle el proceso de purificación:

“Ante todo, toma lapislázuli. Y, si quieres conocer cuál ejemplar es mejor, elige siempre la piedra más azul, pues la hay como mezclada con ceniza. La que sea menos cenicienta, ésa es la mejor. Pero asegúrate de que es la piedra del azul de Alemania, de aspecto muy atractivo, pero esmaltado. Tritúrala en un mortero de bronce tapado, para que no se te escape el polvo; a continuación, ponla sobre tu piedra de pórfido y muélela sin agua; posteriormente, pásala por un tamiz cubierto, como los que utilizan los especieros para sus especias; tamízalos y vuelve a triturarlos: no olvides que, cuanto más la muelas, más fino te saldrá el azul, aunque menos violáceo [intenso] o negruzco.

Cuando tengas dicho polvo, compra a un especiero seis onzas de resina de pino, tres onzas de resina de almáciga, tres onzas de cera nueva para cada libra de lapislázuli. Mezcla todas estas cosas en un puchero nuevo. Después, toma un retal de lino y cuela la mezcla en una orza vidriada. Por último, toma una libra de dicho polvo de lapislázuli, vuelve a mezclar todo bien y haz con ello una masa, bien incorporadas todas las cosas. Para poder trabajar dicha masa, consíguete aceite de semillas de lino y ten siempre las manos untadas de él. Debes dejar reposar la masa al menos tres días y tres noches, volviendo a amasar cada día un pedazo. Recuerda que puedes conservarla quince días, un mes, el tiempo que quieras.

Cuando vayas a extraer el azul, hazlo de la manera siguiente: procúrate dos bastones de una madera fuerte, ni demasiado gruesa ni demasiado delgada; que midan cada uno un pie, y tállalos para que queden totalmente redondeados los cabos y pulido el resto. Después, echa en la orza donde tienes la masa, una escudilla de lejía caliente y, con los dos bastones, uno en cada mano, revuelve y amasa la mezcla de un lado y de otro, como si estuvieras trabajando masa de pan, exactamente igual. Cuando veas que la lejía se tiñe de azul, échala en una escudilla vidriada; después, toma la misma cantidad de lejía y

*repite la misma operación en la orza. Cuando esta nueva lejía se haya teñido de azul, échala en una escudilla vidriada distinta de la que utilizaste para la primera lejía. Repite estas operaciones por tercera vez y utiliza una tercera escudilla: debes seguir así varios días, hasta que la masa deje de teñir la lejía; entonces puedes tirarlo, ya no sirve. Entonces, pon en orden todas las escudillas sobre una mesa, primera, segunda, tercera, cuarta... Remueve con mano ligera y verás que el azul, por su propio peso, se fue al fondo; y así conocerás los extractos de dicho azul. Decide por ti mismo cuantas clases de ese azul quieres, tres, cuatro, seis, las que quieras: pero debo avisarte que las primeras que has obtenido son las mejores, y que la primera escudilla es aún mejor que la segunda. Así, si tienes dieciocho escudillas y necesitas tres tipos de azul, coge las seis primeras, mézclalas y échalas a una escudilla: es una forma. Después, coge las seis siguientes y haz un segundo tipo de azul. Con las seis restantes harás el tercero. Pero recuerda que los dos primeros tipos, si tenías un buen lapislázuli, valen a ocho ducados la onza, mientras que el último es peor que la ceniza. Así que, sé práctico y no estropees los azules buenos con los malos: y cada día decanta la lejía de los tazones hasta que el azul se seque. Cuando esté bien seco, según las clases que tengas, guárdalo en cueros, en vejigas o en bolsitas.*¹⁷⁶

Más adelante este método de purificación también se extendió hacia al este junto con el comercio de lapislázuli y llegó a China y Japón. Debido a la escasez de recursos minerales en el país nipón, los artistas dependían principalmente de las importaciones. En la actualidad, en Japón hay un pigmento mineral llamado *rapisurazuri* (en japonés, ラピスラズリ). Según el laboratorio de Técnicas de Materiales de Pintura al Óleo de la Universidad de las Artes de Tokio, dicho pigmento se forma mediante la extracción de azurita desde lapislázuli a través del método de elutriación hidráulica.¹⁷⁷ El color que caracteriza al *rapisurazuri* es extremadamente brillante y puro y el precio de compra es muy alto. Según los estudiosos taiwaneses, a través de la espectroscopia Raman se infiere que este pigmento mineral está hecho, posiblemente, de lapislázuli con una proporción muy alta de azurita y sin impurezas, por lo que aún puede mostrar un color azul oscuro después de ser molido.¹⁷⁸

¹⁷⁶ CENNINI, Cennino, *El libro del arte*. cap. LXII. Ediciones Akal, Madrid, 1988, p.105-108.

¹⁷⁷ TSAI, Chi Yuan, *Investigación sobre la evolución y el uso de pigmentos minerales tomando como ejemplo pintura nihonga*. TFM dirigido por la profesora Tsuei Yung Shiue y Hu Jr Jia. Facultad de Historia y Artefacto, Universidad de Feng Chia, 2017, p.32.

¹⁷⁸ TSAI, Chi Yuan, *Investigación sobre la evolución y el uso de pigmentos minerales tomando como ejemplo pintura nihonga*. TFM dirigido por la profesora Tsuei Yung Shiue y Hu Jr Jia. Facultad de Historia y Artefacto, Universidad de Feng Chia, 2017, p.32.

Azurita:



Fig. 42. Azurita.

El nombre azurita (véase fig. 42) proviene del árabe *azur* y del persa *lazhward*, significándose ambas azul¹⁷⁹. En mandarín, el nombre que se le da a este mineral lleva integradas su apariencia y composición: mineral azul con elementos de cobre. En el campo de la pintura oriental se le denomina *pedra azul* (en mandarín, 石青).

La azurita es un mineral del grupo de los carbonatos que contiene cobre. También es un mineral secundario que se forma sobre la zona de oxidación de yacimientos cuprosos, cuando el agua que contiene iones de carbonato entra en contacto con los minerales que contienen cobre.¹⁸⁰ Presenta diversas apariencias: de cristal prismático alargado, tabular, esférico y compacto terroso.

La composición de la azurita es muy similar a la malaquita y a menudo es simbiótica o está asociada con esta.

Según la *Enciclopedia de gemas naturales* de Ida, el director del Instituto Japonés de Investigación de Joyas de Color, Koichi, la divide en cuatro tipos:¹⁸¹

- A. Primer tipo: Lo componen cristales a modo de columnas. En este caso, el color es tan denso que casi parece negro, así que se necesita una luz fuerte para ver el azul.

¹⁷⁹ *Azurita*. [Consultado el 26-6-2022]. Disponible en: <https://www.quimica.es/enciclopedia/Azurita.html>

¹⁸⁰ IIDA, Koichi, *Enciclopedia de gemas naturales*. 天然寶石百科. Trad. HE, Pei Yi, Taiwán Editorial Tohan, Taipéi, 2012, p. 42.

¹⁸¹ IIDA, Koichi, *Enciclopedia de gemas naturales*. 天然寶石百科. Trad. HE, Pei Yi, Taiwán Editorial Tohan, Taipéi, 2012, p. 42-43.

- B. Segundo tipo: La azurita contiene una capa más gruesa y rica en minerales de cobre. Es considerado el tipo más raro y su textura es fina. Se denomina azul cobre real (en inglés *royal copper blue*) y representa una categoría superior de este mineral.
- C. Tercer tipo: Integra este grupo la azurita esférica, que suele formar agregados esféricos de 5 mm a 3 cm, a los que se les denomina concreciones. Después de cortarla, se ve que el interior es hueco o presenta cristales agrupados. En ocasiones se forma malaquita.
- D. Cuarto tipo: Simbiosis con malaquita (véase fig. 43).



Fig. 43. Simbiosis de azurita y malaquita.

Para la producción pigmentaria, se utiliza azurita de precio asequible y una simbiosis de azurita con malaquita. Dentro de los pigmentos de la pintura nihonga, para la obtención del color *gunjo* (ultramarino; en japonés, 群青), se tiene que utilizar azurita pura, sin inclusión de otros colores (impurezas). De este modo, se busca como resultado un azul puro.

La simbiosis de azurita y malaquita es difícil de distinguir porque las proporciones de las dos rocas son bastante similares. En Japón, el pigmento *gunroku* (en japonés, 群緑), conseguido a partir de esta mezcla, presenta una coloración azul verdosa. Cada uno de estos elementos será diferente debido a la estructura heterogénea del depósito y a las condiciones externas que han influido en la formación del mineral. La proporción de los dos componentes del mineral simbiótico producido será distinta, e incluso lo será el mineral simbiótico del mismo depósito. Por lo tanto, los pigmentos

resultantes tendrán un tono azulado o verdoso. Algunas empresas que fabrican pigmentos nihonga subdividen aún más los minerales, así que los colores obtenidos en cada lote son diferentes, y también varía la denominación de los pigmentos.

La empresa taiwanesa Chi Yuan Tang, fabricante de pigmentos nihonga, ejemplifica el proceso de producción pigmentaria a partir de la azurita. Según esta compañía, para reducir la diferencia de color por este tipo de mineral simbiótico de componente inestable, el tono ha de ajustarse agregando pigmentos azules *gunjo* y verdes *matsuba rokusho* (en japonés, 松葉緑青); así se minimiza la diferencia de color.¹⁸² El requisito previo para utilizar este método es que los pigmentos se clasifiquen por medio del tamizado. De este modo, el tamaño de las partículas de los pigmentos serán el mismo; de lo contrario, habría problemas con la cantidad de aglutinante al pintar. Esto haría que el color de mineral se volviese negro debido a una alta cantidad de aglutinante, o que las partículas de pigmento se desprendieran por falta de esta sustancia.

La azurita se utiliza, principalmente, para reemplazar el lapislázuli, el cual es mucho más caro y difícil de obtener. A la hora de elegir azurita para preparar un pigmento, no se suele escoger una roca de características cristalinas debido a su alto coste económico y a que, generalmente, se usa como espécimen mineral. De este modo, se selecciona el hábito terroso. Además, la azurita se puede moler a un tamaño muy fino para formar el color *byakugun* (en japonés, 白群), y también se puede oxidar y calentar para obtener diferentes tonos. Así, los pigmentos *byakugun* se subdividen en *asagi byakugun* (en japonés, 淺黃白群) y *usukuchi asagi byakugun* (en japonés, 淡口淺黃白群), según el tono y la saturación de azurita que contengan. Ha de tenerse en cuenta que el componente principal de la azurita es el cobre y este no se debe mezclar con pigmentos que contengan azufre; de lo contrario se conseguirá el color negro propio del sulfuro de cobre.

¹⁸² TSAI, Chi Yuan, *Investigación sobre la evolución y el uso de pigmentos minerales tomando como ejemplo pintura nihonga*. TFM dirigido por la profesora Tsuei Yung Shiue y Hu Jr Jia. Facultad de Historia y Artefacto, Universidad de Feng Chia, 2017, p. 34.

Sodalita:



Fig. 44. Sodalita.

La sodalita (véase fig. 44) es uno de los minerales que componen el lapislázuli. Es un mineral del grupo de los silicatos, con sodio y aluminio como componentes principales. Se produce en roca pirogénica pobre en sílice o en caliza y sometida a un metamorfismo de contacto.¹⁸³ La sodalita es similar al lapislázuli, pero su tono azul es un poco más oscuro y no tiene pirita esparcida por su superficie. La dureza de este mineral es de 5.5 a 6 puntos, lo que indica que es relativamente alta. Por lo demás, en comparación con otros de dureza similar, la sodalita es más fácil de moler. Cabe comentar que su exfoliación es basal y en una única dirección. Cuando se muele, el polvo resultante es de un tono azul claro, característica que está influida por su composición interna.

Dentro de los referentes para la producción de pigmentos de este mineral destacan los fabricantes de pintura nihonga Nakagawa Gofun Enogu, en Kioto, y Chi Yuan Tang, en Taiwán. Cada empresa consigue un tono diferente y utiliza una denominación distinta. Por ejemplo, al pigmento mineral hecho de sodalita, que presenta un tono azul grisáceo claro, se suele llamar *shunmatsu* (en japonés, 紫雲末).

¹⁸³ IIDA, Koichi, *Enciclopedia de gemas naturales*. 天然寶石百科. Trad. HE, Pei Yi, Taiwán Editorial Tohan, Taipéi, 2012, p. 302.

La siguiente es integración mineral de pigmentos azules:




Nombre	Lapislázuli	Azurita	Sodalita
Figura de mineral			
Fórmula química	$(\text{Na,Ca})_8(\text{AlSiO}_4)_6(\text{SO}_4,\text{S,Cl})_2$	$\text{Cu}_3(\text{CO}_3)_2(\text{OH})_2$	$\text{Na}_8\text{Al}_6\text{Si}_6\text{O}_{24}\text{Cl}_2$
Dureza	5 - 5.5	3.5 - 4	5.5 - 6
Densidad relativa	2.38-2.95 (variará mucho con la roca madre y los minerales simbióticos, con un promedio de 2.65).	3.77 - 3.89	2.14 - 2.4
Índice de refracción	1.50	1.73 - 1.84	1.48 - 1.49
Lugares con depósitos localizados	Afganistán, Argentina, Chile, Canadá, Estados Unidos, Myanmar, Rusia...	Australia, China, Estados Unidos, Francia, Italia, México, Marruecos, Rusia...	Afganistán, Brasil, Bolivia, Canadá, Estados Unidos, India, Italia, Myanmar, Noruega, Rusia, Sudáfrica...

Tabla 5. Propiedades de los minerales.

2.4.2. Pigmentos verdes.

La palabra *verde* deriva del latín *viridis*. Su origen está relacionado con el crecimiento y con la vida: *virere* significa verde o enérgico; *vi* significa humano.¹⁸⁴ Alrededor del 3000 a. C. los egipcios comenzaron a convertir la malaquita en pigmento y cosméticos. Hay libros que mencionan que Cleopatra molió el lapislázuli y la malaquita hasta convertirlos en polvo y los utilizó como sombra para los ojos.¹⁸⁵

En la creación artística antigua, los colorantes verdes occidentales se preparaban, principalmente, con tierra verde. Esto se documenta ya en la Grecia clásica y continúa empleándose en la actualidad. Este tipo de pigmento era muy utilizado en los frescos romanos, periodo en el que además se elaboró verdigrís para las veladuras.

En Oriente, la principal materia prima que compone los pigmentos verdes es la malaquita. El uso de este mineral como colorante fue descubierto en los murales de Dunhuang, como se muestra en la obra *Da fang bian fo bao en jing* (véase fig. 45).



Fig. 45. Desconocido, *Da fang bian fo bao en jing*. “大方便佛報恩經”.

Más tarde, la escuela de paisaje azul y verde de la dinastía Tang hizo una especial utilización de los pigmentos verdes y definió la presencia notoria de este color en el arte oriental. El descubrimiento gradual de minerales que presentan este color a lo

¹⁸⁴ PASTOUREAU, Michel, *Green: The history of a color*. Princeton University Press, Princeton, 2014, p.65.

¹⁸⁵ GALEANO, Eduardo, *Espejos/Mirrors: Una historia casi universal/Stories of almost everyone*. Siglo XXI, Madrid, 2009, p. 56.

largo de la historia se relaciona con la inclusión de distintos tonos verdes en los pigmentos minerales, incluyendo los propios de la pintura nihonga.

Malaquita:



Fig. 46. Malaquita.

La malaquita (véase fig. 46) se produce en la zona de oxidación de los yacimientos de cobre. Es un mineral de superficie formado después de la oxidación de los minerales primarios que contienen cobre.¹⁸⁶ A veces coexiste con el cobre nativo y con la azurita,¹⁸⁷ y también se puede utilizar como un signo de avistamiento para encontrar yacimientos de cobre primario.

Los monocristales que componen la malaquita son relativamente pocos y se suelen presentar en banda, con disposición fibrosa, masiva, botroidal, granular y estalactítica. La malaquita no es el único mineral verde; muchas rocas de este color deben su pigmentación a iones de cobre. Por lo tanto, algunos minerales que se dan en las paragénesis de los yacimientos de cobre, como la olivenita, la atacamita, la duftita, entre otros, también son minerales de color verde. Aunque la presencia de estos últimos es mucho menor en comparación con otros minerales de diferente color, también están cualificados para fabricar pigmentos. Hay que destacar que algunos de

¹⁸⁶ GUO, Bin, *Identificación de jade chino antiguo*. 中國古代玉器鑑定實例. Prensa de la Ciudad Prohibida, Pekín, 2009, p. 43.

¹⁸⁷ SATOSHI, Matsubara, *Minerales y gemas*. 礦物寶石大圖鑑. Trad. ZHANG, Si Wei, China Coal Industry Publishing House, Pekín, 2018, p. 150.

ellos pertenecen al grupo de minerales del arsénico, sustancia tóxica que puede ser perjudicial para la salud.¹⁸⁸

El color de la malaquita es similar al de las hojas de malva, por lo que lleva el nombre de la palabra griega *malache*, cuyo significado es piedra de malva.¹⁸⁹ También, debido a que el color de la malaquita es parecido al verde de las plumas del pavo real, en mandarín a la malaquita se la denomina *piedra de pavo real*.

En Japón, desde el periodo Edo (1603 - 1868) hasta la Era Meiji (1868 - 1912), se localizó malaquita de buena calidad en el yacimiento de Arakawa, aunque actualmente se encuentra agotado.¹⁹⁰ El uso de la malaquita como pigmento en Oriente tiene una larga historia. Tradicionalmente, se la conocía como piedra verde (en mandarín, 石綠). Se introdujo en Japón durante el periodo Asuka (592 - 710) y ha sido un color muy importante para la pintura nihonga y en la pintura tradicional china.

A continuación, recogemos el proceso de fabricación de pigmentos según la experiencia del Sr. Tsai Chi Yuan, fundador de la fábrica taiwanesa de pigmentos minerales Chi Yuan Tang:

“La malaquita tiene una dureza de menos de cuatro en la escala de Mohs, es un mineral blando. Por lo tanto, causará un problema de trituración excesiva. Además, el porcentaje de impurezas en ella es relativamente alto, dado que contiene arcilla amarilla, que necesita ser lavada repetidamente para obtener un pigmento verde más puro. Debido a esto, desde el mineral nativo hasta el pigmento mineral, después de deducir el consumo en el proceso de producción, el rendimiento obtenido es solo del 50%. Además, el proceso lleva mucho tiempo, por lo que debe haber ciertos requisitos en la selección de la malaquita, entre los que se encuentra su no recomendación de uso sobre materiales de calidad baja.”¹⁹¹

Actualmente, está disponible en el mercado un pigmento elaborado a partir de malaquita llamado *rokusho* (en japonés, 緑青), el cual varía en su producción debido

¹⁸⁸ TSAI, Chi Yuan, *Investigación sobre la evolución y el uso de pigmentos minerales tomando como ejemplo pintura nihonga*. TFM dirigido por la profesora Tsuei Yung Shiue y Hu Jr Jia. Facultad de Historia y Artefacto, Universidad de Feng Chia, 2017, p. 34.

¹⁸⁹ LLINARES, Nina, *Cristales de sanación: Guía de minerales, piedras y cristales de sanación*. Editorial Edaf, Madrid, 2004, p. 277.

¹⁹⁰ IIDA, Koichi, *Enciclopedia de gemas naturales*. 天然寶石百科. Trad. HE, Pei Yi, Taiwán Editorial Tohan, Taipéi, 2012, p. 442.

¹⁹¹ TSAI, Chi Yuan, *Investigación sobre la evolución y el uso de pigmentos minerales tomando como ejemplo pintura nihonga*. TFM dirigido por la profesora Tsuei Yung Shiue y Hu Jr Jia. Facultad de Historia y Artefacto, Universidad de Feng Chia, 2017, p. 34.

a que el entorno del yacimiento mineral de la malaquita no es el mismo. Además, los colorantes obtenidos por cada fabricante también presentan diferencias.

La fábrica y tienda de materiales de arte japonés Kissho es un ejemplo de ello. En ella se comercializa un pigmento denominado *bi rokusho* (en japonés, 美緑青), que es un poco más saturado que el *rokusho*, aunque presenta un leve tono de color amarillo. En la misma tienda se vende un pigmento llamado *matsuba rokusho* (en japonés, 松葉緑青), que contiene un tono verde más frío que el anterior.

Al exponer el pigmento *rokusho* a altas temperaturas se obtiene el color *yaki rokusho* (en japonés, 焼緑青). Véase la fig. 47. Debido al tiempo de calentamiento, este se puede dividir en *usukuchi yaki rokusho* (en japonés, 淡口焼緑青) y en *koikuchi yaki rokusho* (en japonés, 濃口焼緑青). Por lo demás, si la malaquita se muele hasta conseguir partículas lo más finas posible, se obtiene un pigmento verde con menos saturación, que pasa a denominarse *byakuroku* (en japonés, 白緑).

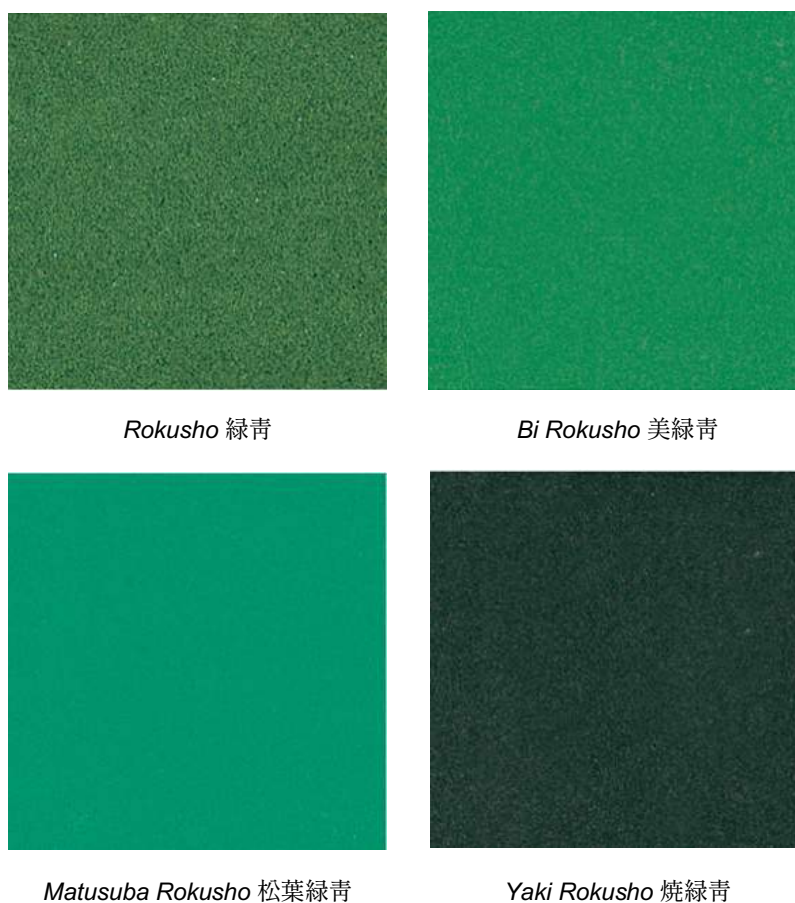
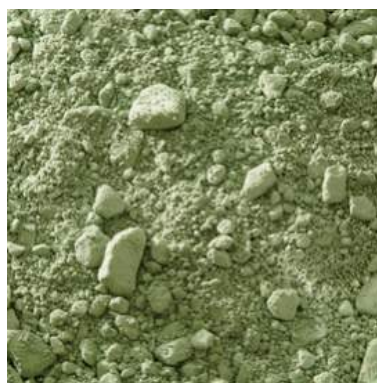


Fig. 47. Pigmentos hechos de malaquita del fabricante Kissho.

La compañía que fabrica el pigmento nihonga Nakagawa Gofun Enogu, de Kioto, también dispone de los pigmentos mencionados, aunque con una denominación diferente: *usukuchi yaki byakuroku* (en japonés, 淡口焼白緑), *chukuchi yaki byakuroku* (en japonés, 中口焼白緑), *koikuchi yaki byakuroku* (en japonés, 黒口焼白緑) y *kurokuchi yaki byakuroku* (en japonés, 濃口焼白緑). (véase fig. 48).



Usukuchi Yaki Byakuroku
淡口焼白緑



Chukuchi Yaki Byakuroku
中口焼白緑



Koikuchi Yaki Byakuroku
黒口焼白緑



Kurokuchi Yaki Byakuroku
濃口焼白緑

Fig. 48. Pigmentos hechos de malaquita del fabricante Nakagawa Gofun Enogu.

También cabe mencionar que la malaquita y el verdigrís son la misma sustancia: ambos son carbonatos de cobre básico.¹⁹² Un ejemplo típico del verdigrís es el empleado en la Estatua de la Libertad de Nueva York.

El primer libro en el que se explica la receta para la obtención del verdigrís es la obra que lleva por nombre *De materia médica*, escrita por el médico y farmacólogo griego Pedanio Dioscórides Anazarbeo (40 d. C. a 90 d. C.). El procedimiento se relata de la siguiente manera:

¹⁹² IIDA, Koichi, *Enciclopedia de gemas naturales*. 天然寶石百科. Trad. HE, Pei Yi, Taiwán Editorial Tohan, Taipéi, 2012, p. 443.

“Del Cardenillo raído. El cardenillo que se rae comúnmente se prepara en esta manera. En un barril, o en otra semejante vasija, echarás vinagre fortísimo y cubrirásle con otro vaso de cobre, cuya concavidad mire hacia abajo, el cual para ser a propósito tiene de ser hecho a manera de bóveda, o al menos ha de tener llano e igual el suelo. Hase pues de tapar de tal suerte el vinagre, con esta cubierta muy limpia, que no tenga respiradero y dejarse así reposar diez días, los cuales pasados, quitarás la dicha cubierta y raerás el cardenillo que vieres pegado a ella. O haciendo del cobre una lámina, la colgarás dentro del barril de tal modo que no llegue al vinagre, y raerásla pasados los mismos diez días.”¹⁹³

También hay registros sobre el uso del verdigrís como pigmento en Oriente, cuya producción era similar a la relatada por Pedanio Dioscórides Anazarbeo. Según recientes estudios, se utilizó el verdigrís por primera vez en el noroeste de China, desde del periodo Beiliang (397 - 439) hasta la dinastía Yuan (1271 - 1368). Las cuevas de Dunhuang son las más importantes y en las que mejor se conserva.¹⁹⁴ Sin embargo, debido a su inestabilidad, poco a poco se ha ido reemplazando por malaquita natural.

En las técnicas de la pintura nihonga, algunas suelen utilizar las propiedades del cobre extraídas desde el verdigrís. Esto se hace rociando de ácido acético las zonas de la obra en las que se utiliza pan de cobre, consiguiendo un cambio químico que da como resultado la aparición de diferentes tonos de verdigrís, como se ve en la figura 49. El color cambiará de dorado a verde, con lo que se obtiene un nivel de color bastante rico.

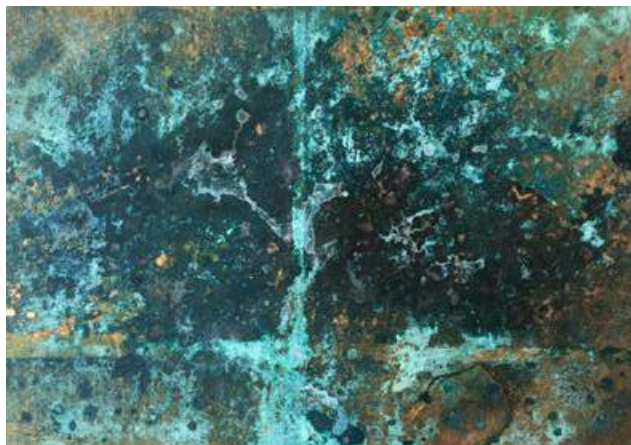


Fig. 49. Ensayo de Nishida Maki, técnica nihonga con pan de cobre.

¹⁹³ LAGUNA, Andrés de, et al., *Pedacio Dioscórides: Acerca de la materia medicinal y de los venenos mortíferos*. Traduzido de lengua griega, en la vulgar castellana, & ilustrado con claras y substanciales annotationes, y con las figuras de innumeras plantas exquisitas y raras, por el doctor Andrés de Laguna, Consejería de Agricultura y Cooperación de la Comunidad, Secretaría General Técnica, Madrid, 1991, p. 530.

¹⁹⁴ KAO, Yung Lung, *Ir a la deriva: Discurso creativo sobre las pinturas de colores intensos de Kao Yung Lung*. Tesis doctoral dirigido por los profesores Lin Chang De y Zhan Qian Yu, Facultad de Bellas Artes, Universidad Nacional Normal de Taiwán, Taipéi, 2012, p. 68.

Crisocola:



Fig. 50. Crisocola.

El filósofo griego Teofrasto (371 a. C. a 287 a. C.) combinó las palabras *oro* (en griego, *chryso*) y *cola* (en griego, *kolla*) para crear el término *crisocola* (en griego, *chrysocolla*) que da nombre a este mineral.¹⁹⁵ La crisocola (véase fig. 48) pertenece al grupo de los silicatos. Es un material especialmente utilizado para la fundición de cobre.¹⁹⁶ Además, si se añade crisocola a la fundición de oro, se puede obtener una aleación de tono profundo denominada oro bronce.

Se produce, sobre todo, en los Estados Unidos, México, Chile, entre otros países. Este mineral se forma a una temperatura relativamente baja y su contenido cristalino no se encuentra con facilidad. A menudo, aparece en la zona de oxidación de los yacimientos de cobre¹⁹⁷. Se puede desarrollar de una paragénesis mineral con limonita, azurita, malaquita y cuprita, tras la que formará un hábito cristalino botroidal, masivo o nodular. La transparencia de la crisocola no es fija, sino que a veces aumenta mucho por la impregnación de cuarzo, calcedonia y ópalo.

Debido a su baja dureza y a sus caóticas características, la crisocola no puede ser procesada directamente mediante el corte. Para solucionar los problemas causados por estas propiedades, se procede a presionar resina sintética líquida sobre ella para

¹⁹⁵ IIDA, Koichi, *Enciclopedia de gemas naturales*. 天然寶石百科. Trad. HE, Pei Yi, Taiwán Editorial Tohan, Taipéi, 2012, p. 158.

¹⁹⁶ BRUHN, Jutta-Annette y PAGE, Jutta-Annette, *Coins and costume in late antiquity*. Dumbarton Oaks Research Library and Collection, Washington, 1993, p. 5-6.

¹⁹⁷ IIDA, Koichi, *Enciclopedia de gemas naturales*. 天然寶石百科. Trad. HE, Pei Yi, Taiwán Editorial Tohan, Taipéi, 2012, p.158.

fortalecer su dureza mineral, procedimiento conocido como método de estabilización. También se puede aumentar su dureza a través de la agregación líquida de ácido silícico cuando se encuentra en estado natural. Además, debido a las características comentadas, la crisocola tiene tendencia a pulverizarse con rapidez al procesarla como pigmento, por lo que es muy importante dominar el proceso de pulverización y triturado.

Egirina:

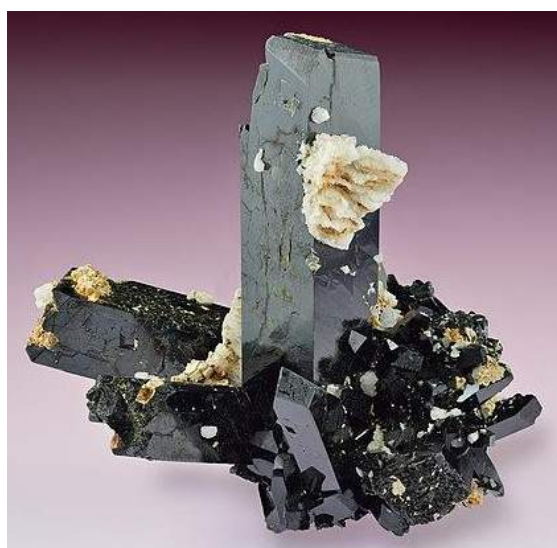


Fig. 51. Egirina.

La etimología de la egirina (véase fig. 51) indica que el término procede de la palabra *Ægir*, que hace referencia al dios escandinavo del mal. Los primeros documentos sobre este material son de origen noruego.¹⁹⁸ La egirina es un mineral inosilicato piroxeno y, como característica, suele formar columnas con puntas afiladas orientadas perpendicularmente. Aparece, en su mayoría, en las rocas de propiedades alcalinas que contienen sodio y que están faltas de silicio, como las sienitas, fonolitas o sirenitas pegmatitas, etc.

Para transformarla en pigmento, podemos hacer referencia a la empresa fabricante de pigmento nihonga Nakagawa Gofun Enogu, de Kioto. En ella elaboran un colorante mineral hecho de egirina, con un color verde con tonos marrones, denominado *sugihairo* (en japonés, 杉葉色).

¹⁹⁸ KLEIN, Cornelis y CORNELIUS Jr, S., *Manual de mineralogía: vol. 2*. Editorial Reverte, Barcelona, 2018, p. 537.

Actinolita:



Fig. 52. Actinolita.

La actinolita (véase fig. 52) es un inosilicato del grupo de los anfíboles. Su nombre proviene de la palabra griega *rayo* (*aktis*).¹⁹⁹ Se caracteriza por su superficie cristalina radial, fibrosa o columnar. Pertenece a la misma serie de minerales que la tremolita y la ferroactinolita; de hecho, se sitúa entre ellos.

El contenido de la tremolita consta, principalmente, de calcio y magnesio, que se forman a través de metamorfismos de contacto (metamorfismos térmicos) y metamorfismos regionales. Durante el proceso de formación de las rocas mencionadas, algunas absorberán hierro y aumentarán de tamaño, lo que hará que el magnesio y el hierro cambien de composición y parte del magnesio se convierta en hierro. La proporción de hierro comprendida entre 0% y 20% es característica de la tremolita; si el contenido de hierro excede de un 80% se formará ferroactinolita, y si se sitúa entre un 20% y 80% resultará una actinolita.²⁰⁰ El color de la actinolita va del verde claro al verde oscuro. Por lo general, cuanto más hierro contiene más verde es su color.

Taiwán es una de las zonas donde se origina el jade nefrita. Este mineral, concentrado en la zona de Hualien (en la costa este del país), surge del contacto entre rocas como la serpentinita, la sericita, el grafito y el esquisto de cuarzo, por medio de un

¹⁹⁹ KLEIN, Cornelis y CORNELIUS Jr, S., *Manual de mineralogía: vol. 2*. Editorial Reverte, Barcelona, 2018, p. 551.

²⁰⁰ Actinolita, El Ministerio de Educación reeditó la versión revisada del diccionario de mandarín. [Consultado el 13-1-2022]. Disponible en: <https://reurl.cc/MbkeDn>.

intercambio metasomático. Está compuesto, principalmente, de tremolita fibrosa fina y actinolita, aunque el cuarzo y la mica sobresalen en su composición. En palabras del Sr. Tsai Chi Yuan, estos dos últimos componentes se pueden eliminar de la actinolita contenida en este tipo de jade de la siguiente manera:

“El cuarzo tiene una alta dureza y es relativamente resistente a la molturación. Hay que controlar el tamaño de las partículas de trituración y el tiempo de molienda, manteniendo el cuarzo en la etapa de partículas gruesas y tamizarlo con un tamiz. Por otra parte, la mica es escamosa, se divide en delgada y ligera, por eso es más fácil de separarla de la actinolita. La proporción de mica en la actinolita es bastante alta, por lo que lleva mucho tiempo eliminarla. Sin embargo, la mica lavada no necesita descartarse, porque ya es otro tipo de pigmento de color verde caracterizado por un brillo plateado.”²⁰¹

Dentro de los pigmentos minerales, hay muy pocos pigmentos de color verde puro. La malaquita es el más representativo de todos ellos. Generalmente, el chroma de un mineral verde después de ser triturado y convertido en pigmento suele ser bastante bajo. Aunque cabe mencionar que la actinolita es muy buena materia para obtener pigmentos, a diferencia de otras rocas verdes. Esto es gracias a su sistema cristalino y a que contiene una pizca de mica que le brinda un brillo ligero, lo que hace que su tonalidad difiera de la de otros minerales de este color.

Amazonita:



Fig. 53. Amazonita.

²⁰¹ TSAI, Chi Yuan. *Investigación sobre la evolución y el uso de pigmentos minerales tomando como ejemplo pintura nihonga*. TFM dirigido por la profesora Tsuei Yung Shiue y Hu Jr Jia. Facultad de Historia y Artefacto, Universidad de Feng Chia, 2017, p. 50.

Pese a que el nombre de amazonita (véase fig. 53) hace referencia a piedras del Amazonas, hasta el día de hoy no se han localizados ejemplares en este río. Es una variante, con color aturquesado, de la microclina, de la familia del feldespato,²⁰² y se forma, mayoritariamente, a partir de granito o pegmatita, así como también de otras rocas ígneas o metamórficas de contacto formadas a altas temperaturas.

La amazonita presenta una amplia gama de colores, entre los que se incluyen el turquesa, el verde y el azul cielo, debido a la influencia de los iones de plomo contenidos en el mineral.²⁰³ La apariencia de la amazonita es de un azul verdoso, pero el color es más verde y más claro después de ser molida y procesada como pigmento. Este recibe el nombre nipón de *hakusuimatsu* (en japonés, 白翠末).

A la hora de elaborar pigmento, se debe elegir la amazonita que tenga un tono intenso para que el pigmento mineral no sea demasiado claro. Además, este tipo de roca no es muy resistente al calor, así que se desintegrará si se encuentra a temperaturas extremas. Con la división única del feldespato, será muy fácil de romper cuando se encuentre con choques o cambios repentinos de temperatura.²⁰⁴ Esto indica que no se pueden someter al calor los pigmentos procedentes de la amazonita, a diferencia de aquellos otros que provienen de la azurita y la malaquita.

Actualmente, en el mercado se encuentran incluso tintes para colorear la amazonita clara o teñir por completo de verde la albita blanca. Por lo tanto, el proceso de calentamiento de la amazonita se puede utilizar como una manera de distinguir o comprobar su autenticidad.

²⁰² SCHLEGEL, Dorothy McKenney, *Gemstones of the United States*. Edición 1042, U.S. Government Publishing Office's, Washington, 1957, p. 215.

²⁰³ IIDA, Koichi, *Enciclopedia de gemas naturales*. 天然寶石百科. Trad. HE, Pei Yi, Taiwán Editorial Tohan, Taipéi, 2012, p. 59.

²⁰⁴ IIDA, Koichi, *Enciclopedia de gemas naturales*. 天然寶石百科. Trad. HE, Pei Yi, Taiwán Editorial Tohan, Taipéi, 2012, p. 58.

Turquesa:



Fig. 54. Turquesa.

La turquesa (véase fig. 54), conocida con el nombre de piedra turca, es un mineral fosfato que contiene aluminio y cobre. Su formación, como se muestra en el libro del experto en investigación de piedras de joyería lida Koichi, es la siguiente:

*“Se forma por la agregación de granos de cristales finos liberados por los componentes disueltos en el agua subterránea. Por lo tanto, a menudo hay agua entre los granos de cristal de este mineral, lo cual queda retratado al final de su fórmula química añadiendo H_2O , aludiendo al agua que contiene.”*²⁰⁵

Los colores característicos de la turquesa son el azul cielo, el verde, el verde claro, el gris y el azul verdosos. Esto es debido a las características de dos elementos cromofóros: el cobre y el hierro.²⁰⁶ Cuando el cobre es menor que la cantidad de hierro destaca por un verde más profundo, es decir, el color verde de la turquesa. En cambio, cuando el contenido de hierro sea más elevado, el color se tornará amarillo verdoso, que es propio de la calcosiderita.²⁰⁷

En la turquesa no es normal encontrar un tamaño de cristal que se pueda identificar a simple vista. Su composición se caracteriza por presentar cristales finos dispuestos de forma masiva. Por otro lado, este mineral se extrae por excavación y es de una

²⁰⁵ IIDA, Koichi, *Enciclopedia de gemas naturales*. 天然寶石百科. Trad. HE, Pei Yi, Taiwán Editorial Tohan, Taipéi, 2012, p.330.

²⁰⁶ OSTROUMOV, Mikhail, *Espectrometría infrarroja de reflexión en mineralogía avanzada, gemología y arqueometría*. Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de México, 2007, p. 28.

²⁰⁷ IIDA, Koichi, *Enciclopedia de gemas naturales*. 天然寶石百科. Trad. HE, Pei Yi, Taiwán Editorial Tohan, Taipéi, 2012, p.331.

textura extremadamente suave. Por lo tanto, la turquesa disponible en el mercado no suele presentarse en su estado original, sino que ha pasado por un proceso de agregación de aglutinante para lograr una forma fija; de lo contrario, no se podría procesar. Añadir aglutinante se ha convertido en un procedimiento inevitable, por lo que surge la pregunta de si la turquesa alterada todavía entra en la categoría de pigmentos naturales. Sin embargo, el mineral fijado con aglutinante sigue conteniendo turquesa como elemento principal, y sin la adición de colorante y otros componentes, por lo que el pigmento producido sigue conservando su estado natural.

El color elaborado con turquesa por parte del fabricante Chi Yuan Tang, con un resultado verde claro y oscuro, se denomina turquesa (en mandarín, 綠松石), así como *shuiqiancong* (en mandarín, 水淺蔥).

Glauconita:

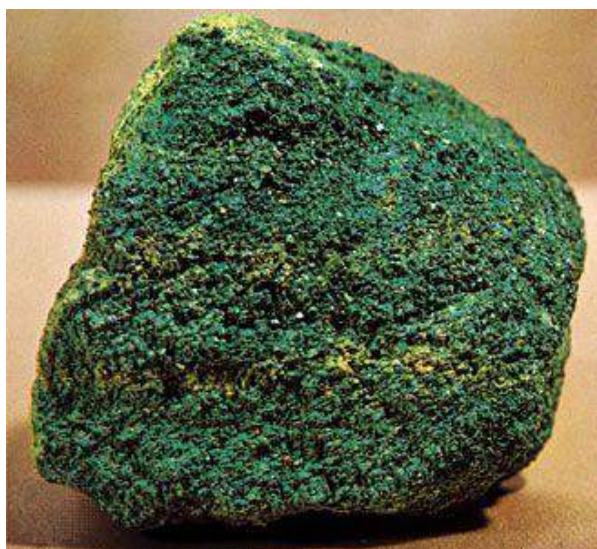


Fig. 55. Glauconita.

La glauconita (véase fig. 55) pertenece al grupo de los silicatos. Su nombre deriva del griego *glaukos*, que significa verde azulado.²⁰⁸ Se considera un mineral propio de entornos marinos ubicados en la plataforma continental, con tasas lentas de acumulación.²⁰⁹ Normalmente, se encuentra en forma de agregados redondeados o

²⁰⁸ WILSON, Michael Jeffrey, *Rock-forming minerals*. Geological Society of London, Londres, 1978, p. 150.

²⁰⁹ *Glauconita*, *Enciclopedia Taiwán*. [Consultado el 20-2-2021]. Disponible en: <https://nrch.culture.tw/twpedia.aspx?id=9422>.

micáceos. La glauconita presenta una gama mineral que incluye el verde, el verde oscuro y el amarillo verdoso.

Para ejemplificar la conversión de la glauconita como pigmento, tomamos como modelo al fabricante de pigmentos nihonga Nakagawa Gofun Enogu, de Kioto. El pigmento mineral que producen, hecho a base de glauconita, es verde con un tono grisáceo y se llama *kairyokusekimatsu* (en japonés, 灰綠石末).

La glauconita representa también una fuente importante de pigmentos verdes en la pintura occidental. Es uno de los verdes más empleados históricamente en todas las técnicas pictóricas, y se le suele llamar tierra verde. Además de la glauconita, la celadonita es, de igual modo, una roca importante en la producción del pigmento verde.²¹⁰ Estos minerales son fáciles de obtener, pero su calidad difiere y el proceso mediante el cual se transforman en pigmentos también afecta a su color.²¹¹

El libro *Cromatografía o tratado sobre colores y pigmentos utilizados por artistas* es una obra fundamental, del siglo XIX, para entender la teoría del color. De la mano de su autor, George Field (1777 - 1854), obtenemos información sobre el color tierra verde:

*“Contiene sílice, óxido de hierro, magnesia, potasa y agua. No es brillante y de poca potencia, es un pigmento muy duradero, no se ve afectado por la luz fuerte o el aire impuro, y se combina con otros colores sin dañar. Tiene poco cuerpo, es semitransparente y se seca bien en aceite”*²¹²

La glauconita convertida en pintura al óleo tiene la desventaja de que posee un poder de cobertura y, por consiguiente, de teñido deficiente. Debido a la absorción del aceite, que oscila entre un 80% y un 100%, se seca muy lentamente.

Por otra parte, la glauconita como pigmento mineral para pintura nihonga presenta partículas gruesas que son fáciles de aplicar para un color saturado, mientras que las partículas finas deben pintarse de forma reiterada para obtener suficiente color. Por último, cabe destacar que la glauconita, tanto para pintura al óleo como pintura nihonga, presenta estabilidad y resistencia a la luz.

²¹⁰ GIANNINI, Cristina y ROANI, Roberta. *Diccionario de restauración y diagnóstico*. Editorial Nerea, Madrid, 2008, p. 213.

²¹¹ CHEN, Shu Hua, *Ciencia de los materiales de pintura al óleo*. 油畫材料學. Hungyeh Culture, Taipéi, 2006, p. 185

²¹² FIELD, George. *Field's Chromatography or treatise on colours and pigments as used by artists*. Thomas W. Salter, Londres, 2007, p.436.

Jaspe verde:



Fig. 56. Jaspe verde.

El jaspe verde (véase fig. 56) se forma principalmente por la acumulación y solidificación de los minerales de arcilla contenidos en una solución hidrotermal de rocas volcánicas, metamórficas y sedimentarias, y también puede formarse por la infiltración de ácido silícico acumulado²¹³. La estructura del jaspe es la misma que la de la calcedonia, y entre sus características destaca su opacidad: esta puede aumentar la saturación del color una de las principales razones por las que el jaspe se utiliza para producir pigmentos minerales. El principal componente del jaspe es el cuarzo, y su apariencia verde se debe a la clorita que contiene²¹⁴.

Durante el proceso de formación y debido a diferentes factores ambientales, el jaspe se mezclará con muchas impurezas, tendrá rayas blancas y negras, etc.; este rasgo es difícil de eliminar, lo que conllevará una reducción de su croma y la ausencia de su color original. Además, el jaspe tiene alta dureza y es un mineral que no presenta exfoliación. El proceso de fabricación del jaspe se explica, bajo la experiencia del Sr. Tsai Chi Yuan, de la siguiente manera:

“El proceso de convertir jaspe en pigmentos minerales es muy difícil. En el paso inicial de trituración preliminar, una piedra del tamaño de un puño es difícil de romper con un martillo. Es necesario utilizar una cortadora de gemas para cortar el jaspe en pedazos, y luego romperlos en un tamaño más pequeño. En el paso de operación de la trituradora, por la tenacidad del jaspe, se reduce la eficiencia de su producción. Al mismo tiempo, la

²¹³ IIDA, Koichi, *Enciclopedia de gemas naturales*. 天然寶石百科. Trad. HE, Pei Yi, Taiwán Editorial Tohan, Taipéi, 2012, p.222.

²¹⁴ IIDA, Koichi, *Enciclopedia de gemas naturales*. 天然寶石百科. Trad. HE, Pei Yi, Taiwán Editorial Tohan, Taipéi, 2012, p.222.

*tasa de pérdida de las partes internas en la trituradora es extremadamente grande. También en el paso de una molienda fina, el tiempo de funcionamiento del molino de bolas es mucho más largo que el de otros minerales*²¹⁵.

Aunque el proceso de convertir el jaspe verde en pigmentos minerales es difícil, se puede obtener una amplia gama de colores: diferentes tonos de verde y colores rojo, marrón, naranja, etc. Los pigmentos minerales obtenidos del jaspe son mucho más tonales que los de otros materiales, por lo que sigue siendo un mineral importante para la pintura nihonga. Los fabricantes comúnmente se refieren a estos pigmentos como jaspe verde (en mandarín, 綠碧玉).

Heliotropo:



Fig. 57. Heliotropo.

El heliotropo (véase fig. 57) también se conoce como piedra de sangre (en inglés, *bloodstone*) porque, además de un fondo verde, presenta manchas rojas parecidas a la sangre. El nombre del heliotropo, un mineral utilizado por los egipcios para producir materiales de alta calidad proviene del griego *heliopolis* y significa frente (en griego, *tropos*) al sol (en griego, *helios*)²¹⁶. Es una mezcla criptocristalina de cuarzo que se presenta principalmente como jaspe o, a veces, como calcedonia. El color verde de

²¹⁵ TSAI, Chi Yuan, *Investigación sobre la evolución y el uso de pigmentos minerales tomando como ejemplo pintura nihonga*. TFM dirigido por la profesora Tsuei Yung Shiue y Hu Jr Jia. Facultad de Historia y Artefacto, Universidad de Feng Chia, Taichung, 2017, p.43.

²¹⁶ IIDA, Koichi, *Enciclopedia de gemas naturales*. 天然寶石百科. Trad. HE, Pei Yi, Taiwán Editorial Tohan, Taipéi, 2012, p.394.

su cuerpo mineral se debe a que contiene clorita, y las manchas rojas se componen de cuarzo teñido con hematita. El heliotropo es una especie de jaspe formado por la precipitación de sílice, mineral de arcilla y hierro en solución hidrotermal²¹⁷.

Para su conversión en pigmento, el fabricante Nakagawa Gofun Enogu ofrece un ejemplar de tono verde amarillento, parecido a la epidota, que se conoce como *midorimenou* (en japonés, 緑瑪瑙).

Epidota:



Fig. 58. Epidota.

La epidota (véase fig. 58) es un mineral sorosilicato compuesto de calcio, aluminio y hierro que cristalizan en un sistema monoclinico donde, normalmente, se forman cristales columnares²¹⁸. Si estos cristales son paralelos, aumentarán el grosor del mineral; el mineral toma su nombre de este fenómeno, ya que la palabra griega *epidiosis* significa incremento. La epidota tiene una presentación multicolor, en la que se incluyen los tonos verdes, verdes amarillentos, marrones verdosos, rosas y rojos. El verde de sus cristales se debe al contenido en hierro; cuanto más hierro presenta, más profundo es dicho color. Si el mineral presenta mayor contenido de aluminio, se formarán cristales de color gris parduzco. La epidota que presenta un mayor contenido

²¹⁷ *Mineral piedra sangre rústico en base de metal*. [Consultado el 12-3-2021]. Disponible en: <https://reurl.cc/ZrjK5V>

²¹⁸ *Mineral epidota*, Universidad Autónoma Metropolitana. [Consultado el 13-3-2021]. Disponible en: <https://reurl.cc/pWxlkl>

en aluminio que en hierro recibe el nombre de clinozoisita, y la serie de minerales que contienen manganeso, presentan un color rojo y se conocen como piemontita²¹⁹.

Para su conversión en pigmentos minerales, se puede tomar como ejemplo al fabricante de pigmentos nihonga Nakagawa Gofun Enogu. El pigmento mineral que este fabricante hace a partir de la epidota se llama *kihekigyoku* (en japonés, 黄碧玉).

Turmalina verde:



Fig. 59. Turmalina verde.

La turmalina verde (véase fig. 59) pertenece a un grupo muy grande de minerales que se puede dividir en siete categorías²²⁰. En la formación de la turmalina verde, se concentran cristales de hemimorfita de diferentes formas en ambos extremos. La estructura de su composición es muy compleja en comparación con la mayoría de los minerales. Las características comunes a todos los tipos de turmalina es que todos contienen boro²²¹ y se forman en yacimientos pegmatíticos y en zonas de oxidación.

²¹⁹ IIDA, Koichi, *Enciclopedia de gemas naturales*. 天然寶石百科. Trad. HE, Pei Yi, Taiwán Editorial Tohan, Taipéi, 2012. p.98.

²²⁰ PELLANT, Chris; PELLANT, Helen y TAYLOR, Harry. *Rocks and minerals*. Trad. ZHU, Jing Jiang, Owl Publishing House, Taipéi, 2008, p.147.

²²¹ IIDA, Koichi, *Enciclopedia de gemas naturales*. 天然寶石百科. Trad. HE, Pei Yi, Taiwán Editorial Tohan, Taipéi, 2012, p.354.

La turmalina presenta una gran variedad de colores que reflejan los cambios en la composición química del líquido durante su proceso de cristalización, entre los que podemos encontrar: incoloro, rojo, blanco, negro, verde, azul o rosa. La turmalina tiene una transparencia excelente, pero también puede ser translúcida y opaca. Cuando se convierte en un pigmento verde oliva, sus partículas son gruesas o medianas y el color tiene mucho brillo.

El pigmento mineral que el fabricante Chi Yuan Tang hace a partir de turmalina verde, con un resultado verde y tonos amarillos, se llama *lubixi* (en mandarín, 綠碧璽).

Verdita:



Fig. 60. Verdita.

Este mineral del grupo de los silicatos presenta una amplia variedad, en la que destaca la fuchcita (también llamada cromomoscovita), que es una mica cromada de color verde. Este mineral es fácil de confundir con el jaspe, pero se pueden distinguir porque, al igual que la mica, su dureza es muy baja y los rastros se pueden raspar ligeramente con un objeto afilado. La verdita (fig. 60), que contiene una gran cantidad de impurezas, se considera una variedad de fuchcita dado que presenta características similares ²²².

²²² IIDA, Koichi, *Enciclopedia de gemas naturales*. 天然寶石百科. Trad. HE, Pei Yi, Taiwán Editorial Tohan, Taipéi, 2012, p. 439.

Encontramos un ejemplo de pigmento mineral hecho a partir de verdita en el *hekigyoku* (en japonés, 碧玉) del fabricante Nakagawa Gofun Enogu.

Serpentina:



Fig. 61. Serpentina.

Este mineral recibe el nombre de serpentina (véase fig. 69) por presentar una superficie peculiar que recuerda a la piel de una serpiente. La palabra proviene del latín, y significa serpiente (en latín, *serpentinus*). La serpentina es una roca metamórfica que reacciona a una gran cantidad de agua cuando rocas como la peridotita y el gabro ascienden desde las profundidades del subsuelo hasta la superficie²²³.

Por lo general, sus hábitos cristalinos son masivos, fibrosos, y rara vez aparecen cristales visibles a simple vista. Esto se debe a que la serpentina se forma principalmente al reaccionar con agua. Su volumen es expansivo, por lo que la superficie de la roca es muy fácil de despegar²²⁴. El color verde de la serpentina será más oscuro cuanto mayor sea el contenido en hierro²²⁵. Generalmente se utiliza para la elaboración de gemas, y se considera más valiosa cuanto mayor es su transparencia. No obstante, desde la perspectiva de la fabricación de pigmentos, cuanto más opaca es, mejor y más saturado es el color de dichos pigmentos. Además,

²²³ *Entrada de agua de la compuerta de fallas a la Tierra*. [Consultado el 8-4-2021]. Disponible en: <http://www.geostory.tw/faults-control-amount-of-waterflowing/>

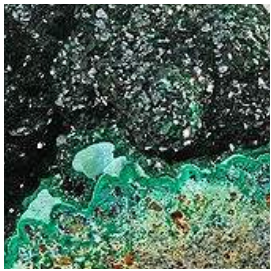
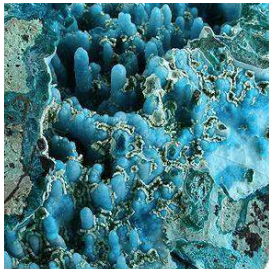

²²⁴ IIDA, Koichi, *Enciclopedia de gemas naturales*. 天然寶石百科. Trad. HE, Pei Yi, Taiwán Editorial Tohan, Taipéi, 2012, p. 202.




²²⁵ *Serpentina*. [Consultado el 8-4-2021]. Disponible en: <https://reurl.cc/Npp0Kp>

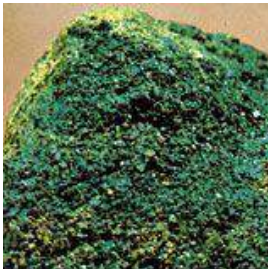


debido al brillo graso de la superficie de la serpentina, el pigmento resultante presentará también un brillo característico.


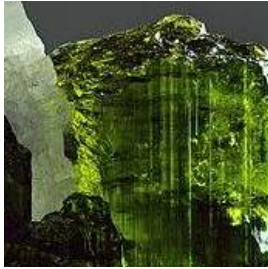

El fabricante Nakagawa Gofun Enogu produce un pigmento a partir de serpentina que se llama *yanagihaura* (en japonés, 柳葉裏) y presenta un color amarillo verdoso y parduzco.

La siguiente es integración mineral de pigmentos vedes:

Nombre	Malaquita	Crisocola	Egirina
Figura de mineral			
Fórmula química	$\text{Cu}_2\text{CO}_3(\text{OH})_2$	$(\text{Cu, Al})_4\text{H}_4(\text{OH})_8\text{Si}_4\text{O}_{10} \cdot n\text{H}_2\text{O}$	$\text{NaFe}(\text{Si}_2\text{O}_6)$
Dureza	3.5 - 4.5	2 - 4	6
Densidad relativa	3.6 - 4.05 (generalmente 3.9)	2.8 - 3.2 (generalmente es 3.9)	3.55 - 3.6
Índice de refracción	1.65 - 1.9	1.46 - 1.57	1.72 - 1.83
Lugares con depósitos localizados	Australia, China, Congo, Estados Unidos, Francia, Italia, Japón, México, Rusia...	Chile, Congo, Estados Unidos, Israel, Perú, Rusia, Taiwán...	Canadá, Escocia, Estados Unidos, Groenlandia, Kenia, Nigeria, Noruega, Rusia...

Nombre	Actinolita	Amazonita	Turquesa
Figura de mineral			
Fórmula química	$(\text{Mg}, \text{Fe}^{2+})_5\text{Si}_8\text{O}_{22}(\text{OH})_2$	KAlSi_3O_8	$\text{CuAl}_6(\text{PO}_4)_4(\text{OH})_8 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$
Dureza	5 - 6	6 - 6.5	5 - 6
Densidad relativa	3.03 - 3.44	2.56 - 2.58	2.4 - 2.85
Índice de refracción	1.62 - 1.64	1.52 - 1.53	1.61 - 1.65
Lugares con depósitos localizados	Madagascar, Tanzania...	Brasil, Canadá, Desierto del Sahara, Estados Unidos, India, Pakistán, República de Sudáfrica...	China, Egipto, Estados Unidos, Israel, Irán, México...

Nombre	Glauconita	Jaspe verde	Heliotropo
Figura de mineral			
Fórmula química	$(\text{K}, \text{Na})(\text{Fe}^{3+}, \text{Al}, \text{Mg})_2(\text{Si}, \text{Al})_4\text{O}_{10}(\text{OH})_2$	SiO_2 + Diferentes impurezas	SiO_2
Dureza	2	7	7
Densidad relativa	2.4 - 2.95	2.57 - 2.91	2.58 - 2.91
Índice de refracción	1.59 - 1.64	1.53	1.53
Lugares con depósitos localizados	China, España, Estado Unidos, Japón...	Australia, Brasil, China, Estados Unidos, India, Indonesia, Japón, Venezuela...	Australia, Austria, Escocia, India, Japón, Rusia ...

Nombre	Epidota	Turmalina verde	Verdita
Figura de mineral			
Fórmula química	$\text{Ca}_2\text{Fe}^{3+}\text{Al}_2(\text{Si}_2\text{O}_7)(\text{SiO}_4)\text{O}(\text{OH})$	$(\text{Na,Ca})(\text{Al,Fe,Li})(\text{Al,Mg,Mn})_6(\text{BO}_3)_3(\text{Si}_6\text{O}_{18})(\text{OH,F})_4$	$\text{K}(\text{Al,Cr})_3\text{Si}_3\text{O}_{10}(\text{OH})_2$
Dureza	6 - 7	7 - 7.5	2.5 - 4
Densidad relativa	3.25 - 3.52	2.98 - 3.26	2.75 - 3.2
Índice de refracción	1.74 - 1.77	1.64 - 1.65	1.52 - 1.7
Lugares con depósitos localizados	Checa, Estados Unidos, Francia, Japón, Nepal, Noruega, República, Rusia...	Austria, Canadá, Estados Unidos, Kenia, Myanmar, Rusia, Sri Lanka, Zimbabwe...	Sudáfrica...


Nombre	Epidota
Figura de mineral	
Fórmula química	$(\text{Mg,Fe})_3(\text{Si}_2\text{O}_5)(\text{OH})_4$
Dureza	2.5 - 3.5
Densidad relativa	2.44 - 2.62
Índice de refracción	1.56 - 1.57
Lugares con depósitos localizados	Brasil, Estados Unidos, Sri Lanka...

Tabla 6. Propiedades de los minerales.

2.4.3. Pigmentos amarillos.

En Oriente, especialmente en China, el amarillo es el color que antiguamente se asociaba con el caos de los inicios del universo. Se combina con rojo, cian, negro y blanco para representar los colores de los cinco elementos (en mandarín, 五行): agua, madera, oro, tierra y fuego. Cada color se corresponde con una estación, una orientación, una materia, un planeta y un animal. El amarillo representaba la tierra donde nace la vida²²⁶.

También era el color utilizado por los antiguos emperadores chinos para demostrar supremacía. En los primeros años de la dinastía Tang, ciudadanos y funcionarios tenían sumamente prohibido vestir de amarillo²²⁷.

Los minerales utilizados en la producción de pigmentos de este color son principalmente la gutagamba y el oropimente. El oropimente es muy popular debido a su brillo natural. Ya en el antiguo Egipto, este mineral se usaba como pintura amarilla y se utilizó para decorar las paredes de la tumba de Tutankamón. Esto se descubrió debido a que se encontró una pequeña bolsa que contenía oropimente en el suelo de dicha tumba²²⁸. En Japón, China o India, la gutagamba se utilizaba para teñir telas y hacer pintura. Como se menciona en el *Manual del jardín de semillas de mostaza* (en mandarín, 芥子園畫傳), de los autores de la época de la dinastía Qing Wan Gai (desconocido), Wang Shi (desconocido), Wang Nie (desconocido) y Zhu Sheng (desconocido), añadiendo gutagamba al ocre se pueden pintar paisajes otoñales, plantas en las faldas de las montañas y pequeños senderos en el campo²²⁹. Debemos advertir que tanto el oropimente como la gutagamba son pigmentos tóxicos. Además de estos dos tipos de pigmento amarillo, en Occidente podemos encontrar también el amarillo de Nápoles, el amarillo indio y el amarillo de cobalto.

En Japón, al desenterrar la tumba de Takamatsuzuka del periodo Fujiwara-kyo, quedó al descubierto el mural *Asuka Bijin* (véase fig. 62), que muestra una escena en la que una de las mujeres representadas lleva una prenda amarilla. Tras un análisis científico, se descubrió que la composición pictórica del mural contiene calcio y plomo,

²²⁶ HUANG, Ren Da, *Los colores de China*. 中國顏色. Linking Publishing, Nueva Taipéi, 2011.

²²⁷ BAI, Shou Yi, *La enciclopedia de la historia china*. 中國史百科全書. Shanghái People's Press, Shanghái, 1989, p.1105.

²²⁸ FORBES, Robert James, *Studies in ancient technology*. vol. 3, Brill Archive, Leiden, 1957, p.227.

²²⁹ FANG, Xiang, Sobre la pintura de figuras chinas. 論中國人物畫. Li Ming Cultural Enterprise, Taipéi, 1977, p. 106.

que son típicos de depósitos loess²³⁰. Además, en las cuevas de Dunhuang también se utilizó ampliamente el pigmento amarillo, principalmente el óxido de plomo.

Tanto en Occidente como en Oriente, hubo una gran demanda de pigmentos amarillos y una continua búsqueda de materias primas amarillas para utilizar como pigmentos.



Fig. 62. Desconocido, *Asuka Bijin*. “西壁女子群像”, Japón.

²³⁰ TSURUTA, Eiichi, *Historia de los pigmentos. 顔料の歴史*. Conferencia de pintura (Lección II), 2002, p. 189. [Consultado el 11-1-2022]. Disponible en: <https://reurl.cc/Mbb8N3>

Oropimente:



Fig. 63. Oropimente.

El nombre oropimente (véase fig. 63) proviene de la antigua palabra romana *auripigmentum*, que significa pigmento dorado²³¹. Es un mineral monoclinico y se presenta como una masa de agregados hojosos, columnares, reniformes o estriados. Cuando su hábito cristalino es hojoso, se puede deshacer en láminas doradas y transparentes. El oropimente se forma en yacimientos hidrotermales de baja temperatura, zonas de exhalación volcánica y, a veces, también se encuentra en yacimientos de sedimentos de aguas termales²³². Asimismo, a menudo se encuentra asociado con rejalgar (véase fig. 64), cuarzo, wakabayashilita y otros minerales²³³. El oropimente contiene hasta un 60,9% de arsénico, y en la Antigüedad se utilizaba como materia prima en la alquimia, junto con el azufre²³⁴. La presentación más común del oropimente es la que contiene adherencias de rejalgar. Al hacer pigmento a partir del oropimente, la escasa luminosidad del rejalgar impedirá que se obtenga un amarillo brillante, por lo que el pigmento tendrá un tono de color terroso. Por lo tanto, los componentes del rejalgar deberán eliminarse con minuciosidad para asegurar la

²³¹ EASTAUGH, Nicholas, et al., *Pigment compendium: a dictionary of historical pigments*. Taylor & Francis, London, 2004, p. 291.

²³² SATOSHI, Matsubara, *Minerales y gemas*. 礦物寶石大圖鑑. Trad. ZHANG, Si Wei, China Coal Industry Publishing House, Pekín, 2018, p. 152.

²³³ SATOSHI, Matsubara, *Minerales y gemas*. 礦物寶石大圖鑑. Trad. ZHANG, Si Wei, China Coal Industry Publishing House, Pekín, 2018, p. 152.

²³⁴ HUANG, Ren Da, *Los colores de China*. 中國顏色. Linking Publishing, Nueva Taipéi, p. 74.

pureza del color del oropimente²³⁵. Después de moler finamente este mineral, sus partículas se convierten en escamas pequeñas que proporcionan una excelente refracción. No hay ningún otro mineral que permita obtener el efecto de color que el oropimente ofrece.

Desde la Antigüedad, el oropimente ha sido una fuente material muy importante para los pigmentos amarillos en Oriente. La zona más representativa en la que se utilizaba



Fig. 64. Oropimente asociado con rejalgár.

el oropimente fue Gansu, en China, la ciudad donde se encuentran los murales de Dunhuang. Los pintores de estos murales utilizaban materiales autóctonos para convertir el oropimente en pigmento²³⁶. El método de fabricación de los pigmentos de oropimente y sus precauciones de uso se recogen en el libro *Yingzao Fashi* (en mandarín, 營造法式), obra del arquitecto de la dinastía Song del Norte, Li Jie (1065 - 1110):

“Con el oropimente, el primer paso es triturar, el segundo paso es moler, y todo debe ser extremadamente fino. Se usa agua caliente para lavar y dividir las partículas, quitando el agua, y luego se añade aglutinante. (Después de añadir el agua, se quedan las partículas grandes en el fondo del recipiente. Las partículas se pueden moler y procesar mediante elutriación para obtener partículas más finas.) Evítese utilizar el oropimente junto con el

²³⁵ TSAI, Chi Yuan. *Investigación sobre la evolución y el uso de pigmentos minerales tomando como ejemplo pintura nihonga*. TFM dirigido por las profesoras Tsuei Yung Shiue y Hu Jr Jia. Facultad de Historia y Artefacto, Universidad de Feng Chia, 2017, p. 39.

²³⁶ GAO, Yuan y YIN, Cha, *China en el museo: escuchando los secretos de la Tierra*. 博物館裡的中國: 傾聽地球秘密. Joint Publishing HK, Hong Kong, 2018, p. 42.

albayalde y óxido de plomo, y no se puede acercar tampoco a la cal y el aceite. (Tampoco se debe emplear sobre seda).²³⁷

Además, el oropimente se utilizó también como pigmento en Occidente desde la Antigüedad hasta el Renacimiento, hecho constatado en una amplia diversidad de libros en los que se registra su proceso de producción. Por ejemplo, Cennino di Andrea Cennini (1370 - 1440) describió las características del oropimente y sus métodos de producción en su libro *El libro del arte*:

“Dicho color es artificial y hecho de alquimia; es realmente venenoso, y de una bella tonalidad amarilla que recuerda al oro. Pero no es bueno para pintar sobre muro, ni al fresco, ni con temple, porque se ennegrece al contacto con el aire”.²³⁸

“Sin duda, el color más difícil de triturar de todos los que hay en nuestro arte. Empero, si quieres hacerlo, pon la cantidad que necesites sobre tu piedra y, con la que tienes en la mano, ve aplastándolo y pasándolo de una piedra a otra, mezclándolo con un poco de vidrio molido, ya que el polvo de vidrio ayuda a molerlo separándolo de la piedra. Cuando lo hayas pulverizado, remuévelo con agua limpia y muélelo lo más posible: si lo molieses durante diez años, te saldría cada vez más perfecto. Evita metértelo en la boca, porque es dañino”.²³⁹

El libro *Los materiales de pintura y su empleo en el arte*, de Max Doerner, también recoge información relacionada con el oropimente:

“En cubrientes y aglutinantes acuosos puede reaccionar con pigmentos que contengan plomo o cobre y oscurecerse debido a la formación de sulfuro de plomo o cobre. ¡Son muy venenosos debido a las impurezas del arsénico!”²⁴⁰

Gracias a los libros anteriormente mencionados, se sabe que, para la utilización pictórica del oropimente, es necesario evitar el contacto con pigmentos que contengan cobre y plomo; de lo contrario, el oropimente reaccionará y se volverá negro. El componente químico del oropimente contiene azufre. Tras reaccionar con el oxígeno del aire, la sustancia ácida que forma el dióxido de azufre produce un deterioro en la fibra de seda. Además, este mineral tiene una gran cantidad de componentes tóxicos, como el arsénico, por lo que se debe tener cuidado al convertirlo en pigmento y usarlo. En Japón, el oropimente ya no se fabrica debido a su toxicidad y peligrosidad, y solo se conserva como muestra de exhibición.

²³⁷ LI, Jie, *Yingzao Fashi. 营造法式*. Cap.673, The Commercial Press, Taipéi, 2008, p. 509.

²³⁸ CENNINI, Cennino, *El libro del arte*. Cap. XLVII, Ediciones Akal, Madrid, 1988, p.76.

²³⁹ CENNINI, Cennino, *El libro del arte*. Cap. XLVII, Ediciones Akal, Madrid, 1988, p.77.

²⁴⁰ DOERNER, Max. *Los materiales de pintura y su empleo en el arte*. Reverté, Barcelona, 2001, p.53.

Ojo de tigre:



Fig. 65. Ojo de tigre.

El ojo de tigre (véase fig. 65) es un mineral formado por la solidificación de componentes de cuarzo que provienen de las fibras de crocidolita encontradas en el depósito. Cuando se forma el mineral, si el contenido de hierro en el fluido mineralizante es rico, se formará el mineral conocido como ojo de halcón. Cuando el depósito mineral se oxida por el calor, se torna marrón amarillento y se forma el ojo de tigre²⁴¹. El interior del ojo de tigre suele estar lleno de fibras de asbesto (crocidolita) compactadas, lo que le confiere una apariencia sedosa y brillante.

Además del ojo de tigre amarillo, también se pueden ver en el mercado otras tonalidades de este mineral, como el color rojo. Sin embargo, el ojo de tigre rojo no es un mineral natural debido a que dicho color se consigue oxidándolo mediante un calentamiento artificial²⁴². Hay otros minerales de este tono que cambian de color al calentarlos. Por ejemplo, el espato de Islandia se vuelve amarillo cuando se calienta a 600°C²⁴³. También la amatista se vuelve de color amarillo cuando se calienta a 450°C²⁴⁴. Cuando estos minerales se convierten en pigmentos, no hay problemas porque sus propiedades y su composición cambiarán químicamente de forma

²⁴¹ IIDA, Koichi, *Enciclopedia de gemas naturales*. 天然寶石百科. Trad. HE, Pei Yi. Taipéi, Taiwán Tohan Co., Ltd., 2012. p. 318.

²⁴² SEVDERMISH, Menahem y Li, Cheng Lun, *Piedras preciosas*. 寶石大全. China Times Publishing, Taipéi, 2017, p. 304.

²⁴³ TSAI, Chi-Yuan. *Investigación sobre la evolución y el uso de pigmentos minerales tomando como ejemplo pintura nihonga*. TFM dirigido por las profesoras Tsuei Yung Shiue y Hu Jr Jia. Facultad de Historia y Artefacto, Universidad de Feng Chia, 2017, p. 45.

²⁴⁴ SEVDERMISH, Menahem y Li, Cheng Lun, *Piedras preciosas*. 寶石大全. China Times Publishing, Taipéi, 2017, p. 304-305.

irreversible tras someterlos a altas temperaturas. El ojo de tigre rojo no volverá a recuperar el color amarillo al volver a la temperatura inicial. Los minerales que se procesan artificialmente para cambiar de color mantienen cierta estabilidad mineral, y no presentan problemas de decoloración. Se convierten en pigmentos minerales.

El pigmento mineral que el fabricante Chi Yuan Tang produce a partir de ojo de tigre se llama *kincha* (en japonés, 金茶), y se caracteriza por su color amarillo amarronado. Asimismo, el fabricante Nakagawa Gofun Enogu también produce un pigmento a partir de este mineral, que se conoce como *chojicha* (en japonés, 丁子茶).

Se debe prestar atención a la alta proporción de contenido de hierro en la composición del ojo de tigre; por este motivo, la trituradora se desgasta mucho, y la operación de separación magnética después de la molienda fina debe ser muy minuciosa. Si el pigmento contiene hierro, la humedad del aire lo oxidará y se tornará marrón oscuro, por lo que el hierro debe eliminarse por completo²⁴⁵.

Jaspe amarillo:



Fig. 66. Jaspe amarillo.

²⁴⁵ TSAI, Chi Yuan. *Investigación sobre la evolución y el uso de pigmentos minerales tomando como ejemplo pintura nihonga*. TFM dirigido por las profesoras Tsuei Yung Shiue y Hu Jr Jia. Facultad de Historia y Artefacto, Universidad de Feng Chia, 2017, p. 46.

La formación del jaspe amarillo (véase fig. 66) es similar a la del jaspe verde mencionado anteriormente. Su color amarillento se debe a que es forma por la acumulación de minerales arcillosos provenientes de una solución hidrotermal que, gradualmente, se volverán gelatinosos y se solidificarán²⁴⁶. Cuando se produce un pigmento mineral a partir de jaspe amarillo, se presentan dificultades similares a las de la elaboración pigmentaria a partir de jaspe verde. Sin embargo, al convertir el jaspe amarillo en pigmento, el color resultante es bastante saturado y no tiene una composición química que, como sucede con el oropimente, lo vuelva negro. El jaspe amarillo es un mineral importante para la serie de pigmentos amarillos de la pintura nihonga.

Encontramos un ejemplo de conversión del jaspe amarillo en pigmento en fabricante Nakagawa Gofun Enogu, que produce un pigmento mineral amarillo llamado *iwaodo* (en japonés, 岩黄土).

Granates:



Fig. 67. Grosularia.

En términos de mineralogía, la palabra granate no hace referencia a un único mineral, sino a un grupo completo de minerales. Los minerales de este grupo tienen unas propiedades físicas y formas cristalinas similares, pero cada uno tiene una composición química diferente. Entre los minerales de la familia de los granates,

²⁴⁶ IIDA, Koichi, *Enciclopedia de gemas naturales*. 天然寶石百科. Trad. HE, Pei Yi, Taiwán Editorial Tohan, Taipéi, 2012, p. 222.

podemos mencionar la grosularia (véase fig. 67), la andradita, la uvarovita, la almandita, la schorlomita y el piropo, entre otros. Estos minerales se presentan en una amplia gama de colores: incoloro, amarillo, amarillo dorado, marrón, verde, rosa, negro, verde esmeralda, etc.

Cabe destacar que los tres colores de la grosularia (amarillo, marrón y naranja, comúnmente conocidos como hessonita)²⁴⁷, poseen un color denso, lo que los hace más adecuados para producir pigmentos nihonga (véase fig. 68).



Fig. 68. Grosularia.

El fabricante de pigmentos nihonga Nakagawa Gofun Enogu produce un pigmento mineral hecho de grosularia que se conoce como *kicha* (en japonés, 黄茶) y presenta un color muy saturado. También producen el *sakura nezumi* (en japonés, 桜鼠), otro pigmento mineral de un granate poco transparente y un tono marrón rojizo claro (véase fig. 69).



Kicha 黄茶



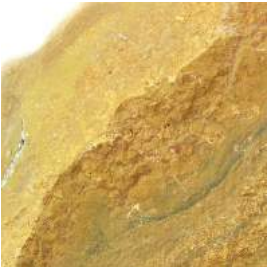


Sakura nezumi 桜鼠

Fig. 69. Pigmentos *kicha* y *sakura nezumi*.

²⁴⁷ IIDA, Koichi, *Enciclopedia de gemas naturales*. 天然寶石百科. Trad. HE, Pei Yi, Taiwán Editorial Tohan, Taipéi, 2012, p. 174.

La siguiente es integración mineral de pigmentos amarillos:

Nombre	Oropimente	Ojo de tigre	Jaspe amarillo
Figura de mineral			
Fórmula química	As_2S_3	SiO_2	SiO_2 + Diferentes impurezas
Dureza	1.5 - 2	6.5 - 7	7
Densidad relativa	3.5	2.65	2.57 - 2.91
Índice de refracción	2.4 - 3.02	1.54 - 1.55	1.53
Lugares con depósitos localizados	China, Estados Unidos, Perú, Rusia...	Australia, China, Namibia, Sudáfrica...	Australia, China, Brasil, Estados Unidos, India, Indonesia, Japón, Venezuela...

Nombre	Grosularia	Hessonita
Figura de mineral		
Fórmula química	$Ca_3Al_2(SiO_3)_4$	$Ca_3Al_2(SiO_3)_4$
Dureza	6.5 - 7	6.5 - 7
Densidad relativa	3.64 - 3.68	3.64 - 3.68
Índice de refracción	1.73 - 1.75	1.73 - 1.75
Lugares con depósitos localizados	Canadá, Italia, México, Rusia, Sri Lanka...	Canadá, Italia, México, Rusia, Sri Lanka...

Tabla 7. Propiedades de los minerales.

2.4.4. Pigmentos rojos y naranjas.

En la historia de la humanidad, el color rojo es el primero que se utilizó para la representación artística. Como ya mencionamos en el primer capítulo, en el interior de las cuevas de Altamira (España) y de la cueva de Lascaux (Francia) se encuentran muestras de la utilización del óxido de hierro en diferentes representaciones rupestres.

En Oriente, el cinabrio recibió especial atención por su color bermellón brillante, y se usó en ceremonias fúnebres durante los periodos de las eras japonesa Yayoi y Kofun²⁴⁸. También fue utilizado por los nobles de las dinastías chinas Xia, Shang y Zhou. Estos últimos utilizaban el polvo de hematita alrededor de cementerios o para la fabricación de colecciones de cerámica. Más tarde, la aparición del cinabrio también supuso un gran paso en la historia de la pintura roja.

Por ser un pigmento mineral, el color del cinabrio se puede conservar durante largos periodos de tiempo. Por ejemplo, hoy en día todavía se conserva un mural pintado íntegramente con cinabrio en la antigua ciudad de Pompeya²⁴⁹. Asimismo, en la obra *Imitación de la pintura el hombre y caballo de Li Gong Ling* (véase fig. 70), del artista Zhao Yong (1289 a. C - 1369 a. C.), se preserva en el personaje representado la vestimenta de color rojo, pintada con cinabrio.



Fig. 70. Zhao Yong, *Imitación de la pintura el hombre y caballo de Li Gong Ling*. “臨李公麟人馬圖”.

²⁴⁸ TSURUTA, Eiichi, *Historia de los pigmentos*. 顔料の歴史. Conferencia de pintura (Lección II), 2002, p. 192-193. [Consultado el 11-1-2022]. Disponible en: <https://reurl.cc/Mbb8N3>

²⁴⁹ RUIZ, Beatriz Fernández, *De Rabelais a Dalí: la imagen grotesca del cuerpo*. Universidad de Valencia, Valencia, 2004, p. 24.

Con el paso del tiempo, se han ido descubriendo diferentes materiales para la obtención de pigmentos; por ejemplo, podemos mencionar la cochinilla del carmín, un material de gran valor que se importó de México a España y desde aquí se llevó a Europa en el siglo XVI. También podemos destacar otros colorantes antiguos como la rubiaceca, kerria lacca, etc.²⁵⁰. En cuanto a los pigmentos minerales rojos, el que presenta una mayor densidad es el cinabrio, mientras que los colores que otros minerales poseen presentan matices rosáceos, parduzcos y otros tonos menos densos.

Los pigmentos naranjas son, en su mayoría, pigmentos vegetales, como el cártamo; también se pueden obtener de una mezcla de pigmentos rojos y amarillos. En la actualidad, los minerales a partir de los que se pueden producir pigmentos naranjas son el jaspe, el ágata y el coral. El jaspe se mezcla con diferentes sustancias durante su formación mineral, y por eso, al convertirlo en pigmento, el tono que se obtiene es naranja amarillento o rojizo. Asimismo, cabe mencionar el tetraóxido de plomo, un material muypreciado en la Antigüedad con el que se produce un color japonés tradicional y que, generalmente, se puede subdividir en tres tonalidades que van del rojo al naranja. En la actualidad, aún no se ha registrado influencia de pigmentos sintéticos sobre este material, como sí sucede en la mayoría de los pigmentos procedentes del plomo que están en el mercado. El tetraóxido de plomo se utiliza principalmente en lugares sagrados, como los santuarios japoneses²⁵¹.

²⁵⁰ AGUIRRE RIVERA, J. Rogelio. *Memoria: VIII congreso nacional y VI internacional sobre el conocimiento y aprovechamiento del nopal*. En Congreso Nacional sobre el Conocimiento y Aprovechamiento del Nopal. Instituto de Investigación de Zonas Desérticas UASLP, San Luis, 1999, p. 101.

²⁵¹ FUKUDA, Kunio, *Colores japoneses tradicionales: un pequeño diccionario de colores*. 日本の伝統色: 色の小辞典, Yomiuri Shimbun, Tokio, 1987, p. 27.

Óxido de hierro rojo:



Fig. 71. Óxido de hierro rojo.

El rojo del óxido de hierro (véase fig. 71) se deriva principalmente de la hematita u óxido de hierro, material del que también se pueden obtener colores como el marrón, el rojo y el violáceo en función de la temperatura aplicada²⁵², dado que tiene un carácter estable. El rojo óxido se forma en los yacimientos hidrotermales, yacimientos metasomáticos de contacto y rocas ígneas. El óxido de hierro se produce en diferentes lugares, pero su tonalidad varía mucho, desde el marrón rojizo al amarillento. En la denominación de los colores japoneses tradicionales, aquel que presenta un tono rojizo recibe el nombre de *bengara* (en japonés, 弁柄), mientras que el que posee un tono amarillento se conoce como *taisha-iro* (en japonés, 代赭色). El óxido de hierro a veces contiene una pequeña cantidad de manganeso; cuando dicho contenido es alto, este material presenta un tono violeta²⁵³. El óxido de hierro, debido a su amplitud formativa y a su bajo coste, es fácil de obtener y de convertir en pigmento. Según los registros históricos, la hematita se extraía de la zona de Dunhuang, y allí los pintores obtenían la materia prima local y la convertían en pigmento. Prueba de ello es la gran cantidad de color rojo óxido que se puede ver de fondo en los murales de Dunhuang²⁵⁴.

²⁵² EASTAUGH, Nicholas, et al., *Pigment compendium: a dictionary of historical pigments*. Taylor & Francis, London, 2004, p. 201.

²⁵³ SACHIO, Yoshioka, *Color japonés. 日本の色辭典*. Shikosha, Kioto, 2000, p.24.

²⁵⁴ Museo de Historia de Shaanxi. *Actas del simposio académico internacional sobre murales de Tumbas de la dinastía Tang, 唐代墓葬壁畫國際學術研討會論文集*. Editorial Sanqin, Shaanxi, 2006, p.363.

Cinabrio:



Fig. 72. Cinabrio.

El cinabrio (véase fig. 72), también conocido como bermellón o cinabarita, se forma en yacimientos hidrotermales de baja temperatura o en sedimentos de aguas termales, y a veces también en un hábito cristalino masivo con mercurio natural y realgar. El nombre del cinabrio proviene del persa y del árabe, y significa sangre de dragón^{255,256}. En España, el yacimiento de Sisapo (Almadén) era la fuente principal de cinabrio desde donde se distribuía a Roma en la Antigüedad clásica²⁵⁷.

Por otro lado, el mayor depósito de cinabrio del mundo está ubicado en Hunan (China); el cinabrio que se extrae de aquí se caracteriza por su excelente calidad, y tiene reconocimiento internacional²⁵⁸. El color que presenta el cinabrio es rojo brillante, con sensación de transparencia; este color cambia gradualmente de oscuro a brillante en función de si sus partículas son grandes o pequeñas, respectivamente. Desde la Antigüedad, tanto en China como en India se ha utilizado este mineral como símbolo del elixir de la inmortalidad. Esta creencia estaba especialmente arraigada en el taoísmo, en el que se hace referencia a un proceso de alquimia que utilizaba el cinabrio como elemento principal para elaborar dicho elixir²⁵⁹. Incluso hoy en día, el cinabrio se sigue utilizando en medicina, y podemos destacar su uso como tranquilizante o antídoto. Aunque sus componentes principales son el azufre y el

²⁵⁵ En persa, *zinjirrah*. En árabe, *zinjafr*.

²⁵⁶ POST, Jeffrey E., *Nature Guide Rocks and Minerals: The World in Your Hands*. Dorling Kindersley, London, 2012, p. 56.

²⁵⁷ GARCÍA, Luis Pericot, *Historia de España, gran historia general de los pueblos hispanos, vol. 1*. Instituto Gallach de Librería y Ediciones, Barcelona, 1958, p. 286.

²⁵⁸ SACHIO, Yoshioka, *Color japonés. 日本の色辞典*. Shikosha, Kioto, 2000, p.23.

²⁵⁹ IIDA, Koichi, *Enciclopedia de gemas naturales. 天然寶石百科*. Trad. HE, Pei Yi, Taiwán Editorial Tohan, Taipéi, 2012, p. 242.

mercurio, su toxicidad es relativamente baja. No obstante, si se ingiere en grandes cantidades causa intoxicación por mercurio.

Desde la Antigüedad, el cinabrio se conocía por ser el único pigmento que presentaba un color verdaderamente rojo y brillante, y es representativo tanto de Occidente como de Oriente. En China, los pigmentos hechos de cinabrio tienen una nomenclatura diferente en función de la época en la que se utilizaba cada pigmento. Entre todos estos nombres, se incluyen: *zhusha* (en mandarín, 硃砂), *zhu* (en mandarín, 硃), *dansha* (en mandarín, 丹砂), *zhensha* (en mandarín, 眞砂) y *guangmingzhu* (en mandarín, 光明朱). Esta diferenciación se representaba de acuerdo con sus variedades tonales: clara, oscura o profunda²⁶⁰. Según los registros históricos, el cinabrio se ha extraído y utilizado en Japón desde el periodo Jomon (14500 a. C. a 300 a. C.)²⁶¹. Además, este pigmento también se puede clasificar en natural y artificial. Sobre este último, citamos dos procedimientos tomados de la obra de Petrus de S. Audemaro²⁶², cuya traducción figura en la tesis del Dr. Rivas López:

“174. Para hacer bermellón - Si deseas hacer un bermellón muy bueno, toma una redoma de cristal y tapónala. Toma entonces una parte en peso de mercurio y dos partes de azufre de un color blanco o amarillo, y ponlas dentro de la citada redoma, que deberás colocar después sobre cuatro piedras, hacer un fuego muy lento de carbón apilado alrededor de la redoma, y cubrir la boca de la misma con una teja/ladrillo/loseta; cuando veas un vapor azul saliendo de la boca de la redoma, mantenla cubierta; si saliera un vapor amarillo, cúbreala también. Pero cuando salga un vapor aproximadamente tan rojo como el bermellón, entonces apártala del fuego, y tendrás un excelente bermellón en la redoma.”²⁶³

“175. Otra manera de hacer bermellón - Toma una jarra de cristal, y mercurio y azufre, y pésalos de manera que dos partes sean de azufre y la tercera de cobre, y llena la redoma con ellos hasta el cuello. Pero, antes de nada, habrás de cubrir la redoma con tres capas de una arcilla de muy buena calidad, y entonces introduce en ella los artículos mencionados, de modo que el azufre esté debajo y el mercurio encima, y coloca ladrillo/teja roja, bien machacado, desde el cuello y hasta el tope, y sitúalo todo sobre tres

²⁶⁰ WANG, Xiong Fei y YU, Lu Kui, *Manual de color mineral. 礦物色使用手冊*. People's fine arts publishing house, 2013, Pekín, p.27.

²⁶¹ SACHIO, Yoshioka, *Color japonés. 日本の色辭典*. Shikosha, Kioto, 2000, p.23.

²⁶² Título del libro: *De coloribus faciendis*.

²⁶³ RIVAS LÓPEZ, Jorge. *Policromías sobre piedra en el contexto de la Europa medieval: Aspectos históricos y tecnológicos*. Tesis Doctoral dirigida por el profesor Dr. Manuel Prieto Prieto. Departamento de Pintura de la Facultad de Bellas Artes, Universidad Complutense de Madrid, 2008, p. 569-570.

*pedras colocadas sobre fuego de carbón, y déjalo quemar hasta que se desprenda un vapor azul, y entonces será suficiente.*²⁶⁴

El hábito cristalino del cinabrio se presenta de granular a masivo, y se clasifica en diferentes categorías en función de su forma cristalina y del tamaño de sus partículas. Entre los distintos tipos de cinabrio, podemos encontrar: el cinabrio *guangming* (en mandarín, 光明), el *maya* (en mandarín, 馬牙), el *jiancu* (en mandarín, 箭簇), y el *mili* (en mandarín, 米粒). Todos ellos se diferencian por su forma y calificación, siendo el *guangming* el de mejor calidad. Como en el caso de otros minerales, el precio de venta del cinabrio será mayor cuanto mayor sea el tamaño de sus cristales. En la literatura clásica de la cultura china, figuran diversos registros sobre el cinabrio. Por ejemplo, en el libro *La explotación de las obras de la naturaleza* de Song Ying Xing (1587 a. C. a 1666 a. C.), se menciona lo siguiente:²⁶⁵

*“El valor del cinabrio, como el guangming, jiancu y jingmian, es tres veces mayor que el del mercurio, así que elija este tipo de cinabrio de alta calidad para la venta. Si se refina en mercurio, su valor se reducirá.”*²⁶⁶

Cuando se hace pigmento con el cinabrio, en algunos libros se recomienda utilizar el que tenga la mejor calidad posible, como el *guangming* o el *jiancu*. Como se sugiere en el libro de Wan Gai (desconocido) *Manual del jardín de semillas de mostaza*:

*“Para pintar, el jiancu es la mejor opción, la segunda es el furong (en mandarín, 芙蓉).”*²⁶⁷

En la pintura oriental, ya sea en técnicas nihonga, en la pintura tradicional china o en caligrafía, etc., al terminar una obra el autor la rubricará tanto con su firma como con un sello. Este proceso tradicional se ha mantenido desde la Antigüedad. La pasta que se utiliza para el sello está hecha de cinabrio, y presenta diferencias según sus niveles de tonalidad, tal como se ha descrito anteriormente (véase fig. 73)

Asimismo, es importante saber que, si se elige un cinabrio con pocas impurezas, el proceso de elaboración del pigmento mineral será más sencillo. Si se elige un cinabrio

²⁶⁴ RIVAS LÓPEZ, Jorge, *Policromías sobre piedra en el contexto de la Europa medieval: Aspectos históricos y tecnológicos*. Tesis Doctoral dirigida por el profesor Dr. Manuel Prieto Prieto. Departamento de Pintura de la Facultad de Bellas Artes, Universidad Complutense de Madrid, 2008, p. 569-570.

²⁶⁵ El libro *Tiangong Kaiwu* 天工開物 fue publicado en mayo de 1637. Es una obra científica y tecnológica integral de la Antigua China que registra varias tecnologías chinas anteriores al ecuador de la dinastía Ming. En él se incluyen 123 ilustraciones y se representan 130 tecnologías, herramientas y producciones.

²⁶⁶ PAN, Ji Xing, *Notas de Tiangong Kaiwu*. 天工開物註釋. Shanghai Ancient Books Publishing House, Shanghai, 1992, p. 294.

²⁶⁷ WAN, Gai, *Manual del jardín de semillas de mostaza*. 芥子園畫傳. Pekín United Publishing, Pekín, 2016, p.8.

de cristalización grande, será necesario repetir el proceso de molienda. Además, cuanto mayor sea el tamaño del mineral, más complicado y largo será el proceso. Desde el punto de vista económico, es mejor elegir un cristal de cinabrio tan pequeño como un grano de arroz para producir el pigmento. Además, el cinabrio no es resistente a la luz: una exposición prolongada a la misma hará que su tonalidad se oscurezca hasta el punto de percibirse como negro.



Fig. 73. Pasta para el sello rojo tradicional.

Como ejemplo de pigmento mineral elaborado a partir de cinabrio, podemos mencionar el *shinsha* (en japonés, 辰砂) de los fabricantes de pigmento nihonga Nakagawa Gofun Engou y Chi Yuan Tang.

Asimismo, cabe mencionar que Japón comenzó a implementar restricciones a la importación y exportación de productos que contienen mercurio tras la firma del Convenio de Minamata; dado que el cinabrio contiene mercurio, es obligatorio tramitar cierta documentación legal para su importación²⁶⁸. Este hecho no afecta a los grandes fabricantes, como la empresa nihonga Nakagawa Gofun Engou, pero para los fabricantes más pequeños resultan bastante difícil obtener este mineral.

²⁶⁸ *Una historia romántica sobre minerales y pigmentos minerales, toxicidad y cómo hornear*. [Consultado el 16-4-2021]. Disponible en: <https://reurl.cc/Zrr2Oj>

Rejalgar:



Fig. 74. Rejalgar.

El nombre de este mineral (véase fig. 74) viene de la palabra árabe *rahjalghar*, que significa polvo de la cueva²⁶⁹. El rejalgar, al igual que el oropimente, es un sulfuro de arsénico natural. Se encuentra principalmente en yacimientos hidrotermales de baja temperatura. Se forma a través de un proceso hidrotermal, en el que resulta en un producto mineral de sublimación a partir de fumarolas volcánicas o de sedimentos de aguas termales²⁷⁰. Además de formarse en asociación con oropimente, a veces también aparece asociado con cinabrio, estibina, cuarzo, yeso, etc. Su apariencia es similar a la del cinabrio, lo que dificulta su diferenciación, pero se pueden distinguir gracias a la densidad relativa del rejalgar, que es más baja que la del cinabrio.

El rejalgar más común es el que se forma de manera masiva y presenta un color rojo anaranjado. El segundo más común es el granular, que posee un color cuya apariencia va del naranja al marrón claro y presenta una fractura de un tono rojo anaranjado. El tercer tipo más común es un cristal transparente de color rojo brillante con forma de columna corta²⁷¹. En China, el rejalgar es una materia prima importante para la extracción de arsénico; también se utiliza como brebaje durante el Festival del Bote del Dragón, cuya elaboración consiste en moler el rejalgar hasta convertirlo en

²⁶⁹ *Rejalgar*, Enciclopedia Taiwán. [Consultado el 16-4-2021]. Disponible en: <https://nrch.culture.tw/twpedia.aspx?id=9490>

²⁷⁰ SATOSHI, Matsubara, *Minerales y gemas*. 礦物寶石大圖鑑. Trad. ZHANG, Si Wie, China Coal Industry Publishing House, Pekín, 2018, p. 152.

²⁷¹ TSAI, Chi Yuan. *Investigación sobre la evolución y el uso de pigmentos minerales tomando como ejemplo pintura nihonga*. TFM dirigido por las profesoras Tsuei Yung Shiue y Hu Jr Jia. Facultad de Historia y Artefacto, Universidad de Feng Chia, 2017, p. 39.

polvo y añadirlo al vino. Sin embargo, debido a que el rejalgar contiene aproximadamente un 70% de arsénico, ingerirlo en exceso puede causar una intoxicación por arsénico²⁷². Por lo tanto, durante su manipulación se recomienda evitar el contacto con ojos, nariz y boca, y también lavarse las manos después de utilizar este mineral.

El pigmento elaborado a partir de la variante cristalina del rejalgar presentará un color más atractivo; sin embargo, su precio es mucho más elevado que el de las otras variantes. Por lo tanto, producir un pigmento de rejalgar de carácter masivo o granular es más económico. Además, el color del pigmento de este mineral producido a partir de partículas gruesas es de un tono anaranjado rojizo. Cuanto más fino se presente el mineral, más anaranjado será el color del pigmento. Debido a la composición rica en azufre del rejalgar, existen restricciones para su utilización. Por otra parte, en la pintura nihonga, se ha desarrollado una técnica creativa que consiste en la utilización de pan de plata combinado químicamente con el azufre del rejalgar, obteniéndose de esta simbiosis un sulfuro de plata negro que presenta un tono peculiar, lo que permite conseguir un efecto visual singular.

²⁷² KLEIN, Cornelis y HURLBURT, Cornelius S. jr., *Manual de mineralogía: vol. 2*. Editorial Reverte, Barcelona, 2018, p. 418.

Coral:

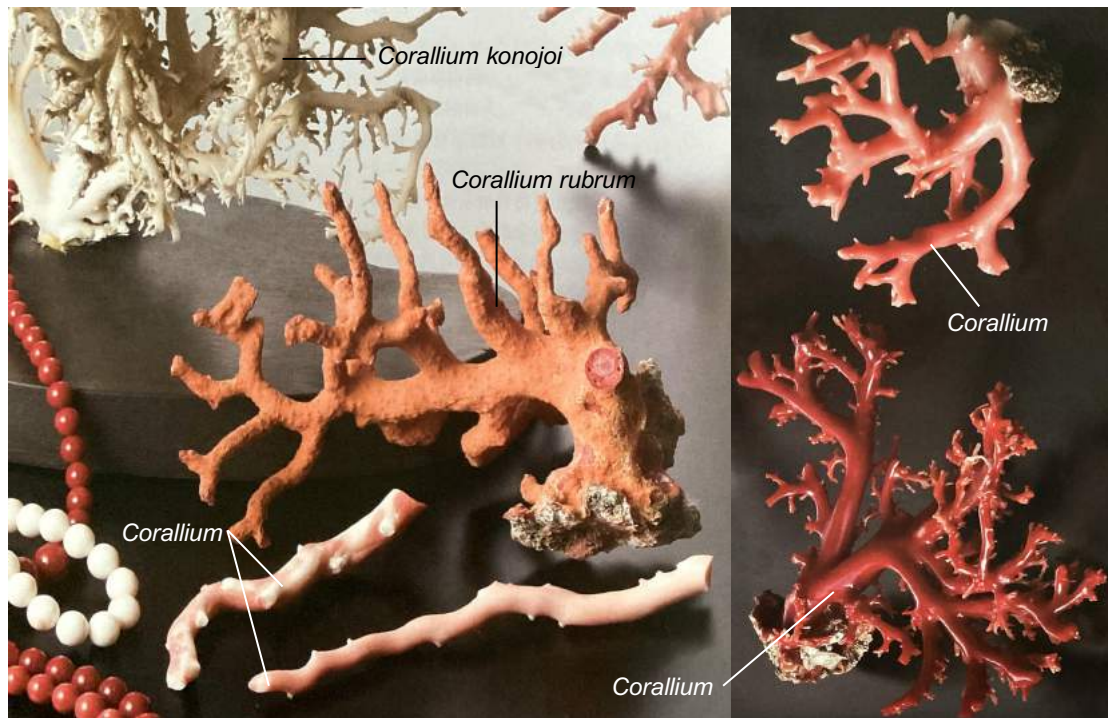


Fig. 75. Coral.

El coral (véase fig. 75.) no entra dentro de la clasificación tradicional de los minerales. No obstante, en la actualidad los expertos en mineralogía estudian una gama más amplia de minerales, entre los que se ha incluido el coral. También se puede definir como gema debido a que su componente principal es el carbonato de. Los arrecifes que encontramos en los océanos tropicales se forman principalmente a partir de corales, y sus pólipos secretan carbonato de calcio para formar un esqueleto consistente. Cuando los corales marinos carecen de agua, los pólipos coralinos de su interior mueren debido a la sequedad, y los pólipos que cubren el esqueleto comenzará a desprenderse capa por capa, exponiendo su estructura interna²⁷³. Este es el coral que se utiliza para producir gemas, joyas, etc., y se encuentra habitualmente en las profundidades marinas.

La superficie de los diminutos cristales de calcita que componen la estructura del coral está cubierta por una capa de proteína que se denomina biomineral o gorgonina. Si la golpeamos con suavidad, obtendremos un sonido nítido debido a los cristales de calcita densamente empaquetados²⁷⁴. Los corales presentan una coloración roja, rosa

²⁷³ IIDA, Koichi, *Enciclopedia de gemas naturales*. 天然寶石百科. Trad. HE, Pei Yi, Taiwán Editorial Tohan, Taipéi, 2012, p. 186.

²⁷⁴ WANG, Fu Quan, *Teoría general de las gemas*. 寶石通論. Science Press, Pekín, 1985, p. 205.

o naranja porque se componen de una proteína que contiene carotenoides y hierro²⁷⁵. Además, se presentan en diversas y peculiares formaciones según el lugar de crecimiento, ya que se ven afectados por factores como el área marina, la profundidad del agua, la temperatura, etc.

Según su experiencia como productor de pigmentos a base de coral, el Sr. Tsai Chi Yuan menciona:

“Los corales son organismos marinos, por lo que generalmente contienen sal. Durante el proceso de producción pigmentaria, se percibe un olor fuerte de agua de mar. Durante el proceso productivo, la sal debe eliminarse para evitar que después de pintar, el pigmento hecho de coral en la imagen, se forme una capa de cristales de sal. El método de remoción de la sal consiste en remojar el coral con agua limpia. El efecto de remojar el coral, después de molerlo hasta obtener un polvo fino, será mejor que remojar la pieza entera. Por lo tanto, el pigmento semiacabado después del proceso de molienda se sumerge en agua limpia durante un tiempo, el agua debe cambiarse frecuentemente durante el proceso. Después de este tratamiento, se puede continuar la fabricación.”²⁷⁶

Los procedimientos para la elaboración de pigmentos coralinos son complicados por la protección del medio marino en los últimos años, y también debido al control internacional de importación y exportación; esto dificulta cada vez más su obtención, por lo que el precio de los pigmentos de coral es elevado.

En Japón, los pigmentos elaborados a partir de coral se pueden dividir en *koikuchi sangomatsu* (en japonés, 濃口珊瑚末) y *usukuchi sangomatsu* (en japonés, 淡口珊瑚末) (véase fig. 76). Esta clasificación se realiza según la tonalidad roja que presente el coral. Por ejemplo, con los ejemplares *corallium rubrum* y *corallium sp* que se muestran en la figura. 75, se puede hacer el pigmento *koikuchi sangomatsu*, que tiene un color rojo denso. Si el coral no es lo suficientemente saturado, como en el caso de los ejemplares *corallium elatius* o si el coral es rojo por fuera y blanco por dentro, los pigmentos que se elaboren serán más claros: este es el caso de los pigmentos denominados *yusukuchi sangomatsu*.

²⁷⁵ IIDA, Koichi, *Enciclopedia de gemas naturales*. 天然寶石百科. Trad. HE, Pei Yi, Taiwán Editorial Tohan, Taipéi, 2012, p. 186.

²⁷⁶ TSAI, Chi Yuan. *Investigación sobre la evolución y el uso de pigmentos minerales tomando como ejemplo pintura nihonga*. TFM dirigido por las profesoras Tsuei Yung Shiue y Hu Jr Jia. Facultad de Historia y Artefacto, Universidad de Feng Chia, 2017, p. 66.



Koikuchi sangomatsu 濃口珊瑚末



Usukuchi sangomatsu 淡口珊瑚末

Fig. 76. Pigmentos hechos de corales.

El fabricante taiwanés Chi Yuan Tang elabora el pigmento denominado coral rojo (en mandarín, 紅珊瑚) a partir del coral *Tubipora musica*, perteneciente a la familia *Tubiporidae*, que destaca por tener un esqueleto rojo brillante²⁷⁷. Además, cabe mencionar un paso muy importante al inicio de la producción de pigmentos a partir del coral, el cual consiste en distinguir los corales según sus tonalidades de rojo, si se omite este paso, los pigmentos producidos se reducirán a una única tonalidad.

Jaspe rojo:



Fig. 77. Jaspe rojo.

²⁷⁷ TSAI, Chi Yuan. *Investigación sobre la evolución y el uso de pigmentos minerales tomando como ejemplo pintura nihonga*. TFM dirigido por las profesoras Tsuei Yung Shiue y Hu Jr Jia. Facultad de Historia y Artefacto, Universidad de Feng Chia, 2017, p. 65.

La formación del jaspe rojo es casi idéntica a la del jaspe verde, que se ha detallado anteriormente. En primera instancia, su color rojo se debe a que el mineral contiene hematita²⁷⁸. Podemos ver un ejemplar prototípico de este mineral en la figura 77: en él se observa que contiene muchas impurezas y presenta rayas blancas y negras. El proceso de elaboración de pigmento a partir de este mineral requiere una minuciosa eliminación de impurezas, lo que conlleva mucho tiempo debido su dureza y tenacidad, al igual que sucede con el jaspe verde. Aunque su producción es muy difícil, al convertirse en pigmento se obtiene un color rojo con tono anaranjado de alta densidad.

A modo de ejemplo, podemos mencionar el pigmento mineral *akacha* (en japonés, 赤茶), fabricado por la empresa de Kioto Nakagawa Gofun. Cada pigmento de jaspe rojo que se elabora presenta diversos tonos. Aunque a diferencia del anterior, el fabricante taiwanés Chi Yuan Tang produce un pigmento de jaspe rojo con un tono aún más oscuro que el anterior, conocido como *akakuchi azukicha* (en mandarín, 赤口小豆茶色).

Ágata:



Fig. 78. Ágata.

El ágata (véase fig. 78) comprende un conjunto de variedades microcristalinas de cuarzo, como la calcedonia. Su composición es la misma que la del cristal de roca, que se forma a partir del agua subterránea, que se infiltra por los agujeros o grietas

²⁷⁸ IIDA, Koichi, *Enciclopedia de gemas naturales*. 天然寶石百科. Trad. HE, Pei Yi, Taiwán Editorial Tohan, Taipéi, 2012, p. 222.

de las rocas, y el dióxido de silicio, que se disuelve en el agua y se condensa lentamente hasta formar una gelatina.²⁷⁹ En el interior de este mineral se observan una gran variedad de formas y una serie de bandas concéntricas de colores similares, lo que permite diferenciar este mineral en ágata dendrítica, ágata musgosa o ágata de paisaje²⁸⁰.

El ágata contiene componentes metálicos a partir de los que se obtienen diferentes colores debido a la geotermia y a otros factores; esto hace que presente muchos tonos, principalmente naranjas, amarillos, azules, violetas y grises. Desde la Antigüedad, se le suele dar color a este mineral mediante métodos de procesamiento artificiales, lo que permite que los iones metálicos penetren en los huecos de la piedra, y el color se vuelva así más vivo al final del proceso²⁸¹. Además, en el mercado se pueden encontrar algunas piedras de ágata redondas y pequeñas con colores muy brillantes, y muchas de ellas se tiñen con agentes químicos. Los colores teñidos químicamente que son más comunes son el morado oscuro, el rojo y el verde oscuro. Estos colores en esta piedra se encuentran con muy poca frecuencia, y es aún más difícil encontrarlos con alta densidad. Al elegir pigmentos hechos de ágata, se debe prestar mucha atención al proceso de elaboración que se ha utilizado, porque algunos fabricantes no informan del contenido de material de tinción ni cómo se ha llevado a cabo dicho proceso. Para prevenir efectos adversos en las obras nihonga, se puede valorar la autenticidad de la roca al remojarla en agua caliente: si el agua se tiñe, es porque el tinte del ágata es artificial.

Los fabricantes Nakagawa Gofun Enogu, de Kioto, y Chi Yuan Tang, de Taiwán, elaboran un pigmento mineral a base de ágata que se conoce como *menoumatsu* (en japonés, 瑪瑙末) y que posee un color naranja claro y translúcido.

²⁷⁹ TANG, Hui Min, *Así los expertos como compran las gemas*. 行家這樣買寶石. Reading Times Press, Taipéi, 2014, p. 151.

²⁸⁰ SEVDERMISH, Menahem y Li, Cheng Lun, *Piedras preciosas*. 寶石大全. China Times Publishing, Taipéi, 2017, p. 297.

²⁸¹ IIDA, Koichi, *Enciclopedia de gemas naturales*. 天然寶石百科. Trad. HE, Pei Yi, Taiwán Editorial Tohan, Taipéi, 2012, p. 38.

Tulita:



Fig. 79. Tulita.

El nombre tulita (véase fig. 79.) pertenece a la familia de los minerales de epidota, que normalmente se forman en rocas metamórficas regionales o de contacto, así como en pegmatita y en yacimientos hidrotermales²⁸². Es una variedad de la zoisita, que presenta una alta densidad y un color rosa o rojizo como el de la piemontita. La similitud entre estos dos minerales se debe a que ambos contienen manganeso, lo que le confiere su característico color rosado.

En el fabricante Nakagawa Gofun Enogu encontramos un ejemplo de pigmento a base de tulita: el *toresekimatsu* (en japonés, 桃簾石末).

²⁸² IIDA, Koichi, *Enciclopedia de gemas naturales*. 天然寶石百科. Trad. HE, Pei Yi, Taiwán Editorial Tohan, Taipéi, 2012, p. 298.

Cornalina:



Fig. 80. Cornalina.

La piedra cornalina (véase fig. 80) es una variante de la calcedonia. Presenta una combinación de cuarzo microcristalino. Tiene variantes de color rojo oscuro y naranja (véase fig. 80) que se deben a los depósitos de minerales que contienen hierro ubicados en los huecos de sus microcristales, lo que da como resultado colores rojizos, naranjas y marrones²⁸³. Además, en la Antigüedad se utilizaban minerales de calcedonia para hacer herramientas afiladas, dada su dureza. Por lo tanto, podemos decir que la conversión de la cornalina en pigmento no es un proceso sencillo.

El fabricante Nakagawa Gofun Enogu produce un pigmento hecho con cornalina quemada, llamado *iwahada* (en japonés, 岩肌).

²⁸³ SEVDERMISH, Menahem y Li, Cheng Lun, *Piedras preciosas*. 寶石大全. China Times Publishing, Taipéi, 2017, p. 296.

Rubí:



Fig. 81. Rubí.

El rubí (véase fig. 81) pertenece a la variante mineral del corindón. Antiguamente se lo conocía como *anthraz* y *carbuncles*, nombres que hacían referencia a la quema de carbón en los periodos griego y romano, porque el rubí de alta calidad reflejaba una rojez única al exponerse a la luz solar²⁸⁴.

En el corindón coexisten una amplia variedad de colores; además del rubí, el más conocido es el zafiro azul. Cuando el corindón cristaliza, su color queda determinado por el contenido en hierro, titanio y cromo, lo que produce una variedad de colores tales como el amarillo, el rosa, el violeta, etc.²⁸⁵ El tono rojo del rubí se debe principalmente a los iones de cromo que lo integran²⁸⁶. Si el tipo de roca madre que forma su cristalización es diferente, el hierro y el titanio pueden llegar a mezclarse; cuando estos componentes reemplazan al cromo, el color del mineral será morado o negro. Por tanto, el rubí presentará un color diferente en función del lugar donde se haya formado.

Encontramos un ejemplo de pigmento hecho a base de rubí en el *kougyokumatsu* (en japonés, 紅玉末), del fabricante Nakagawa Gofun Enogu. Actualmente, en el mercado de la joyería se pueden encontrar rubíes especialmente tratados con un nuevo método: el tratamiento de difusión de celosía. Este método consiste en calentar el rubí

²⁸⁴ IIDA, Koichi, *Enciclopedia de gemas naturales*. 天然寶石百科. Trad. HE, Pei Yi, Taiwán Editorial Tohan, Taipéi, 2012, p. 494.

²⁸⁵ SEVDERMISH, Menahem y Li, Cheng Lun, *Piedras preciosas*. 寶石大全. China Times Publishing, Taipéi, 2017, p. 101.

²⁸⁶ SATOSHI, Matsubara, *Minerales y gemas*. 礦物寶石大圖鑑. Trad. ZHANG, Si Wie, China Coal Industry Publishing House, Pekín, 2018, p. 18.

a alta temperatura, cercana al punto de fusión, de modo que los elementos cromóforos que le confieren su color se ven afectados por la temperatura y esto mejora su color. Recientemente, la tecnología ha avanzado hacia tratamientos de difusión más profunda²⁸⁷. El pigmento de rubí que fabrica Nakagawa Gofun Enogu probablemente se obtiene mediante este proceso, dados, por su precio, color y características minerales (véase fig. 81).

Rubelita:



Fig. 82. Rubelita.

La formación de la piedra rubelita (véase fig. 82) coincide con la descrita para la turmalina verde; por lo tanto, a la rubelita también se la conoce con el nombre de turmalina rosa. Su característico color púrpura y rosado se debe a que contiene manganeso: cuanto mayor sea el contenido de manganeso, más denso será este color²⁸⁸.

La rubelita es menos común que la turmalina verde y la turmalina negra. Por lo general, se usa para el procesamiento de piedras semipreciosas. Si se hace un pigmento con este mineral, se debe elegir un ejemplar de color denso u oscuro para que el color del pigmento no sea demasiado claro y no muestre su color original. La rubelita no es fácil de obtener y su coste relativo es alto. Por este motivo, aunque su

²⁸⁷ SEVDERMISH, Menahem y Li, Cheng Lun, *Piedras preciosas*. 寶石大全. China Times Publishing, Taipéi, 2017, p. 101.

²⁸⁸ WANG, Fu Quan, *Teoría general de las gemas*. 寶石通論. Science Press, Pekín, 1985, p. 112.

resultado como pigmento sea de gran belleza y muy atractivo, no se suele comercializar y no se considera una opción ideal.

Podemos encontrar un ejemplo de pigmento rosa hecho a base de rubelita en el púrpura imperial (en mandarín, 帝王紫) del fabricante taiwanés Chi Yuan Tang.

Mármol rojo:



Fig. 83. Mármol rojo.

La palabra mármol (véase fig. 83) deriva del latín *marmor*, que a su vez deriva del griego *mármaron* y que significa roca cristalina y piedra brillante. El mármol es una roca formada por la recristalización de dolomita y caliza sometidas a altas temperaturas y alta presión, así como por la acción del agua. Está compuesta principalmente por calcita y dolomita, y también por carbonato cálcico, que representa más del 50% de su composición. En ocasiones contiene wollastonita, talco, tremolita, diópsido, plagioclasa, cuarzo o periclasa, entre otros²⁸⁹. Con diferentes rocas se pueden formar diferentes tipos de mármol.




El mármol es generalmente de color blanco puro, aunque presenta una gran variedad de colores debido a las diferentes impurezas en la roca (silicio, barro, carbono, hierro, material piroclástico, etc.), así como a factores tales como la temperatura, la presión y el contenido en agua del metamorfismo, así como a la variedad de acompañantes. Entre estos colores cabe mencionar el gris claro, el rojo (véase fig. 83), el amarillo

²⁸⁹ *Mármol y granito*. [Consultado el 14-5-2022]. Disponible en: <https://reurl.cc/2DZbMX>




claro, el verde, el marrón o el negro²⁹⁰. Asimismo, también presenta distintas figuras o formaciones preciosas. Estas características se explican por la pequeña cantidad de minerales coloridos e impurezas que el mármol contiene. Por ejemplo, el mármol que contiene manganocalcita es rosa, mientras que el grafito confiere una tonalidad negro-grisácea; por otro lado, cuando el mármol contiene serpentina su color tiende al amarillo verdoso, en tanto que la clorita, la actinolita y el diópsido le otorgan un color verde. Por último, si su contenido es rico en vesuvianita y grosularia, el tono del mármol será marrón.




A modo de ejemplo, podemos mencionar el pigmento mineral hecho de mármol *iwashudo* (en japonés, 岩朱土), fabricado por la empresa Nakagawa Gofun Enogu.

La siguiente es integración mineral de pigmentos rojos y naranjas:

Nombre	Óxido de hierro rojo	Cinabrio	Rejalgar
Figura de mineral			
Fórmula química	Fe ₂ O ₃	HgS	AsS
Dureza	5 - 6.5	2 - 2.5	1.5 - 2
Densidad relativa	4.95 - 5.26	8.09	3.6
Índice de refracción	2.87 - 2.94	2.9 - 3.26	2.54 - 2.7
Lugares con depósitos localizados	Australia, Brasil, Canadá, China, Italia, Japón, México, Reino Unido...	China, Japón, México, Reino Unido, España, Alemania, Rusia, Italia...	Francia, Reino Unido...

²⁹⁰ *Mármol*. [Consultado el 14-5-2022]. Disponible en: <https://reurl.cc/2DZbMX>

Nombre	Coral	Jaspe rojo	Ágata
Figura de mineral			
Fórmula química	$\text{CaCO}_3 + \text{MgCO}_3$ + Caroteno y otras materias orgánicas	SiO_2 + Diferentes impurezas	SiO_2
Dureza	5 - 6.5	7	7
Densidad relativa	4.95 - 5.26	2.57 - 2.91	2.57 - 2.64
Índice de refracción	2.87 - 2.94	1.53	1.53 - 1.54
Lugares con depósitos localizados	Australia, Brasil, Canadá, China, Italia, Japón, México, Reino Unido...	Australia, Brasil, China, Estados Unidos, India, Indonesia, Japón, Venezuela...	Alemania, China, Grecia, India, Indonesia, Japón, México...

Nombre	Tulita	Cornalina	Rubí
Figura de mineral			
Fórmula química	$(\text{Ca}, \text{Mn})_2\text{Al}_3(\text{SiO}_4)(\text{Si}_2\text{O}_7)\text{-O}(\text{OH})$	SiO_2	Al_2O_3
Dureza	6 - 7	7	9
Densidad relativa	3.1 - 3.38	2.57 - 2.64	3.99 - 4.05
Índice de refracción	1.69 - 1.7	1.53 - 1.54	1.76 - 1.77
Lugares con depósitos localizados	Estados Unidos, Noruega...	Alemania, Brasil, India, Rusia...	China, Colombia, India, Madagascar, Rusia, Sri Lanka, Tailandia...



Nombre	Rubelita	Mármol rojo
Figura de mineral		
Fórmula química	$(\text{Na,Ca})(\text{Al,Fe,Li})(\text{Al,Mg,Mn}_6\text{-}(\text{BO}_3)_3(\text{Si}_6\text{O}_{18})\text{-}(\text{OH,F})_4$	CaCO_3 + Elementos cromóforos e impurezas
Dureza	7 - 7.5	3 - 4
Densidad relativa	2.98 - 3.26	2.6 - 2.8
Índice de refracción	1.62 - 1.66	1.49 - 1.66
Lugares con depósitos localizados	Afganistán, Estados Unidos, Rusia...	España, Estados Unidos ...

Tabla 8. Propiedades de los minerales.

2.4.5. Pigmentos marrones.

En Japón, al color marrón se le conoce como el color del té. Al igual que los pigmentos de colores rojo y amarillo, el marrón es una variación del ocre que depende del contenido de óxido de hierro y manganeso del mineral. El pigmento de color marrón fue uno de los primeros que el ser humano utilizó en la historia del arte, y se puede encontrar en diversas pinturas rupestres. El marrón, como algunos pigmentos negros, suele ser utilizado por los artistas como base de pintura o en bocetos.

En China, debido al cambio en el pensamiento artístico, se dejaron de utilizar colores excesivamente fuertes, como fue el caso de la dinastía Tang. Después de la dinastía Song, se enfatizó el uso de la tinta, que adquirió un papel destacado en la pintura china y también se llegó a mezclar con distintos colores vegetales a fin de obtener unos resultados más elegantes. No suele verse una amplia gama de pigmentos de este color en la pintura nihonga. Debido a las características del mineral, los tonos de los pigmentos marrones producidos para esta pintura son: marrón rojizo, marrón amarillento o marrón negruzco.

Jaspe marrón:



Fig. 84. Jaspe marrón.

La formación del jaspe marrón sigue el mismo patrón que formación del jaspe verde. Su color viene determinado por la goethita que contiene. producen la producción de pigmento a partir de este mineral, se encontrarán las mismas dificultades que se han mencionado sobre el procesamiento del jaspe verde. En la figura 84 se puede observar que el jaspe marrón contiene impurezas en forma de rayas negras, que se pueden eliminar quedando un color más claro (véase fig. 84).

El fabricante Nakagawa Gofun Enogu elabora dos pigmentos hechos a base de jaspe marrón: el *iwakogecha* (en japonés, 岩焦茶) y *sunezumi* (en japonés, 素鼠).



Iwakogecha 岩焦茶



Sunezumi 素鼠

Fig. 85. Pigmentos hechos a base de jaspe marrón.

Broncita:



Fig. 86. Broncita.

La piedra broncita (véase fig. 86) es un mineral que presenta un brillo metálico parecido al bronce. Es miembro de la familia de los minerales piroxenos, y también se considera una variedad de enstatita^{291,292}. Además, presenta un brillo entre nacarado y vítreo, por lo que el pigmento producido tiene un acabado brillante, como si se tratase de pequeños fragmentos de cristal.

A modo de ejemplo, podemos mencionar el pigmento mineral hecho de broncita *kuchihairo* (en japonés, 朽葉色), fabricado por la empresa de pigmentos nihonga Nakagawa Gofun Enogu.

²⁹¹ VILANOVA, Juan, et al., *Compendio de Geología*. Imprenta de Alejandro Gómez Fuentenebro, Madrid, 1872, p. 123.

²⁹² WATT, Alec, et al., *Diccionario ilustrado de la geología*. Editorial Everest, León, 1992, p. 57.

La siguiente es integración mineral de pigmentos marrones:

Nombre	Jaspe marrón	Broncita
Figura de mineral		
Fórmula química	$(\text{Na,Ca})(\text{Al,Fe,Li})(\text{Al,Mg,Mn}_{6-}(\text{BO}_3)_3(\text{Si}_6\text{O}_{18})\cdot(\text{OH}, \text{F})_4$	CaCO_3 + Elementos cromóforos e impurezas
Dureza	7 - 7.5	3 - 4
Densidad relativa	2.98 - 3.26	2.6 - 2.8
Índice de refracción	1.62 - 1.66	1.49 - 1.66
Lugares con depósitos localizados	Afganistán, Estados Unidos...	España, Estados Unidos ...

Tabla 9. Propiedades de los minerales.

2.4.6. Pigmentos grises y negros.

Además de pigmentos minerales de óxido de hierro rojo, en las pinturas al fresco de las cuevas de Altamira se pueden encontrar trazos negros en los animales, para lo que se utilizó carbón vegetal. Además del pigmento negro procedente del carbón, también existe el de marfil. Este color es de uso común en Occidente, y se obtiene mediante la carbonización de marfil o de huesos animales, tal como ya se ha mencionado en el capítulo anterior. Además, ya en el antiguo Egipto, el negro del humo se utilizaba para escribir textos en papiro que se han conservado legibles hasta nuestros días²⁹³.

²⁹³ CASAS, Narciso. *Historia y análisis de los personajes en el cómic*. Bubok, Madrid, 2015, p. 31.

En Oriente, también la utilización de la tinta se remonta a los huesos oraculares (en mandarín, 甲骨) de la dinastía Shang. Los surcos de los caracteres grabados en estos huesos están pintados con tinta china o en color bermellón²⁹⁴. Posteriormente, también se encontraron barras de tinta china del periodo de los Reinos Combatientes en la ciudad de Hubei²⁹⁵. En la historia de la pintura oriental, el color de la tinta jugó un papel muy importante en la pintura tradicional china, ya que expresaba el estilo de la pintura de los letrados y otorgaba un aspecto denso, claro, seco o húmedo a la tinta. Esta corriente influyó en la creación pictórica de artistas japoneses, como la obra *Shōrin-zu byōbu* (véase fig. 87.), del pintor Hasegawa Tōhaku (1539 a. C. a 1610 a. C.), donde se aprecia una sensación nebulosa típica de esta época de la pintura japonesa.

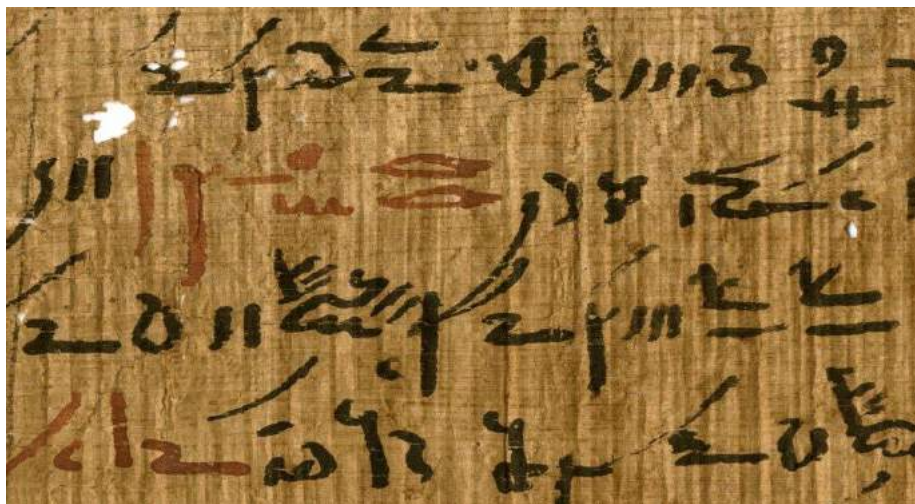


Fig. 87. Papiro escrito con colores negro y rojo.

Los pigmentos minerales negros utilizados en la pintura nihonga son principalmente la turmalina, la obsidiana y el jaspe negro, entre otros. A diferencia de la tinta china y de los pigmentos minerales que tienen un brillo mineral propio, existen minerales que no son absolutamente negros durante su formación; por lo tanto, el color del pigmento extraído tendrá una tonalidad diferente. Por ejemplo, la obsidiana, de tono aparentemente negro, puede ser en realidad de color verde muy oscuro en función del tamaño de sus partículas. Cuando las partículas de un pigmento son muy gruesas, su color es más oscuro; por el contrario, si dichas partículas se muelen hasta obtener un grosor más fino, el color se tornará cada vez más claro. Como ya se ha comentado

²⁹⁴ LI, Guo Hao, *Exploración de la historia de la ciencia y la tecnología en China*. 中國科技史探索. Cung Hwa Book, Hong Kong, 1986, p. 446.

²⁹⁵ PAN, De Xi, *Los cuatro tesoros del estudio: la cultura de materiales de escribir y pintar de china*. 文房四寶: 中國書具文化. Shanghai Classics Publishing House, Shanghai, 1991, p. 140.

anteriormente, esta diferenciación tonal debida al tamaño de las partículas es una de las características más singulares de los pigmentos minerales.



Fig. 88. Hasegawa Tōhaku, *Shōrin-zu byōbu*. “松林図屏風”, cada panel: 156.8 x 356 cm.

Turmalina negra:

El proceso de formación de la turmalina negra (véase fig. 89) es prácticamente idéntico al de la turmalina verde. La turmalina negra es un mineral de silicato que contiene hierro, y es el que más abundante en su categoría. Aparece en forma de cristales columnares negros en la pegmatita y, a veces, en forma de cristales en forma acicular en la roca skarn²⁹⁶.



Fig. 89. Turmalina negra.

Cuando la turmalina negra se pulveriza para obtener partículas muy finas, el color que se obtiene es verde oscuro: no se consigue un negro puro, sino que el color resultante estará en un espectro que va desde el verde al negro muy denso. La producción

²⁹⁶ SATOSHI, Matsubara, *Minerales y gemas*. 礦物寶石大圖鑑. Trad. ZHANG, Si Wei. Pekín, China Coal Industry Publishing House, 2018, p. 22.

pigmentaria de la turmalina comenzó en la Era Meiji, en Japón²⁹⁷; antes de esa época, el negro que aparecía en las obras estaba, por lo general, hecho de tinta. A lo largo de la historia, el color de la tinta china se ha diferenciado según su origen: por un lado, el que se extrae a partir del hollín de pino (en mandarín, 松煙墨), y, por otro, el que se obtiene del hollín de aceite (en mandarín, 油煙墨). Cuando la turmalina comenzó a convertirse en un pigmento nihonga, no solo era un pigmento granulado, sino que también tenía más brillo natural que la tinta china; esto brindó un nuevo enfoque a la coloración de esta pintura japonesa.

La empresa fabricante de pigmentos nihonga Nakagawa Gofun Enogu produce pigmentos minerales a partir de turmalina negra (véase fig. 90): uno tiene un color negro oscuro con un acabado verdoso y tonos marrones, y se le conoce como *aizumiuro* (en japonés, 藍墨色); el otro es un pigmento de color negro verdoso llamado *denkisekimatsu* (en japonés, 電気石末).



Aizumiuro 藍墨色



Denkisekimatsu 電気石末

Fig. 90. Pigmentos hechos con turmalina negra.

²⁹⁷ HAKOZAKI, Mutsumasa, *Materiales y técnicas de nihonga*. 膠彩畫材料與技法. Trad. LIAO, Rui Fen, Artist Publishing, Taipéi, 2002, p. 9.

Obsidiana:



Fig. 91. Obsidiana.

En términos generales, la obsidiana se considera un mineral y, en esencia, es una roca volcánica con un alto contenido en silicio²⁹⁸. Este silicio se funde con las altas temperaturas de la lava volcánica para volverse vítreo, lo que da como resultado una especie de vidrio natural²⁹⁹. Su presentación tonal incluye los colores negro, gris, verde amarronado y verde negruzco (véase fig. 91), y a la vez presenta dibujos de color marrón rojizo y negro, con marcas blancas, amarillas y rosadas; incluso puede presentar marcas similares al arco iris, en cuyo caso recibe el nombre de obsidiana arco iris³⁰⁰. Sus diferentes colores se deben a la pequeña cantidad de elementos cromóforos que contiene. La tecnología de la industria del vidrio se basa en este principio natural de formación de la obsidiana para producir objetos de distintos colores. En este proceso, se agregan varios óxidos metálicos cromóforos al vidrio fundido para conseguir la apariencia deseada.

La obsidiana tiene unas características similares a las del vidrio, incluida la transparencia. En la figura 91, se puede ver que la obsidiana tiene un color negro; al transformarla en pigmento, el croma del polvo se reducirá considerablemente, obteniendo como resultado un color gris claro una vez convertido en partículas finas tras el proceso de molienda. Debido a que la obsidiana se forma naturalmente, el

²⁹⁸ FENG, Xiu Wen, *Relaciones entre China y México: Historia y Realidad*. 中墨關係: 歷史與現實. Social Sciences Academic Press, Pekín, 2007, p. 11.

²⁹⁹ LI, Shi Chen, *Química del Vidrio*. 玻璃化學. Ciencia Mensual, vol. 12, no. 7, Centro de Educación Científica de la Universidad Nacional de Taiwán, 1981, p. 47.

³⁰⁰ IIDA, Koichi, *Enciclopedia de gemas naturales*. 天然寶石百科. Trad. HE, Pei Yi, Taiwán Editorial Tohan, Taipéi, 2012, p. 115.

contenido en silicio de cada ejemplar es diferente; cuanto mayor sea el contenido en silicio, más transparente será el mineral y, por tanto, menos adecuado resultará para la elaboración de pigmentos. Por lo tanto, al adquirir un ejemplar de este mineral se debe prestar especial atención a esta característica. La obsidiana ideal para elaborar un pigmento es la más opaca, ya que es la mejor manera de obtener un color más oscuro.

El pigmento mineral hecho con obsidiana por los fabricantes Nakagawa Gofun Enogu y Chi Yuan Tang es el *kokuyosekimatsu* (en japonés, 黒曜石末).

Jaspe negro:



Fig. 92. Jaspe negro.

El proceso de formación del jaspe negro (véase fig. 92) es el mismo que el del jaspe verde. Su apariencia tonal negra se debe a que el mineral contiene impurezas, como el hierro y el grafito³⁰¹. Para producir pigmentos con jaspe negro, encontraremos las mismas dificultades ya mencionadas sobre el jaspe verde. Además, debido a que el jaspe es opaco, el pigmento producido no disminuirá en exceso su croma tras ser molido. Las partículas gruesas de jaspe negro conservan el color original del mineral; cuanto más pequeñas sean las partículas, más claro será el color. El jaspe negro también presenta diferentes proporciones de elementos cromóforos, por lo que el

³⁰¹ LI, Yong Guang, *Colección de tendencias: una lectura obligada para los jugadores de jade de Hetian*. 潮流收藏：和田玉玩家實戰必讀. Prensa de ciencia y tecnología de Jiangxi, Nanchang, 2014, p. 89.

pigmento que se elabore presentará ligeras diferencias con respecto a su color original.

A modo de ejemplo, podemos mencionar dos pigmentos minerales a base de jaspe negro fabricados por la empresa de pigmentos nihonga Nakagawa Gofun Enogu: uno de ellos es el *koikuchi nezumi* (en japonés, 濃口鼠), y el otro es el *kurokuchi nezumi* (en japonés, 黒口鼠) (véase fig. 93).



Koikuchi nezumi 濃口鼠



Kurokuchi nezumi 黒口鼠

Fig. 93. Pigmentos hechos a partir de jaspe negro.

Mármol negro:





Fig. 94. Mármol negro.

La formación del mármol negro (véase fig. 94) es prácticamente idéntica a la del mármol rojo que ya se ha comentado. Su apariencia de color negro se debe a que contiene biotita, anfíbol o carbón. A modo de ejemplo, podemos mencionar un

pigmento mineral hecho a partir de mármol negro: el *iwanezumi* (en japonés, 岩鼠), fabricado por la empresa de pigmentos nihonga Nakagawa Gofun Enogu, con sede en Kioto.

La siguiente es integración mineral de pigmentos negros:

Nombre	Turmalina negra	Obsidiana
Figura de mineral		
Fórmula química	$\text{NaFe}^{2+}_3\text{Al}_6(\text{BO}_3)_3\text{Si}_6\text{O}_{18}(\text{OH})_4$	$\text{SiO}_2 + \text{CaO}, \text{Na}, \text{K}$ (entre otros)
Dureza	7 - 7.5	5
Densidad relativa	3.2	2.33 - 2.42
Índice de refracción	1.62 - 1.64	1.48 - 1.51
Lugares con depósitos localizados	Afganistán, África, Brasil, Canadá, Estados Unidos, India, México, Rusia...	Australia, Canadá, Chile, Estados Unidos, Guatemala, Islandia, Italia, Japón, Kenia, México, Nueva Zelanda...



Nombre	Jaspe negro	Mármol negro
Figura de mineral		
Fórmula química	$\text{NaFe}^{2+}_3\text{Al}_6(\text{BO}_3)_3\text{Si}_6\text{O}_{18}(\text{OH})_4$	CaCO_3 + elementos cromóforos e impurezas.
Dureza	7 - 7.5	3 - 4
Densidad relativa	3.2	2.6 - 2.8
Índice de refracción	1.62 - 1.64	1.49 - 1.66
Lugares con depósitos localizados	África, Argentina, Brasil...	España, Italia...

Tabla 10. Propiedades de los minerales.

2.4.7. Pigmentos blancos.

El color blanco es uno de los colores más importantes en la pintura artística, ya que es el único color que no se puede obtener mediante la mezcla de otros colores. En la Antigüedad, el pigmento blanco por excelencia que se utilizaba tanto en Oriente como en Occidente era el blanco de plomo. En el libro *Materiales, procedimientos y técnicas pictóricas I* del Prof. Dr. Manuel Huertas Torrejón, se describe el blanco de plomo:

*“Ha sido el único blanco empleado para todas las técnicas pictóricas, a excepción de la pintura al fresco, hasta finales del siglo XVIII o comienzos del XIX, fecha en la que apreció el blanco de cinc.”*³⁰²

Debido a su alto contenido en plomo, este pigmento se torna negro al reaccionar químicamente con oxígeno o azufre, por ejemplo, cuando se expone al aire durante mucho tiempo o cuando se mezcla con pigmentos que contienen azufre.

Por otro lado, después del periodo Muromachi, en Japón empezaron a tratar las conchas de ostra ricas en *gofun*³⁰³ para su uso en la pintura nihonga; al mismo tiempo, se extendió su uso a otras disciplinas artísticas, como la elaboración de muñecas tradicionales japonesas, la creación de esculturas, la construcción de edificios, etc. Más recientemente, Ueba Esou, una de las tiendas más antiguas de material nihonga, elaboró una gran muestra de esmalte de uñas hecho con pigmento *gofun* en 2021.

En pintura, el *gofun* permite sobreexponer capas finas y así obtener efectos ópticos de espesor y tridimensionalidad. Hay un dicho en la historia del arte nihonga que transmite lo indispensable que es este pigmento en dicha corriente artística, y que se ha preservado durante generaciones hasta nuestros días: Comienza a pintar con el *gofun* y termina pintando con él, palabras que su importancia en la pintura nihonga es equiparable a la importancia de la tinta china en la pintura tradicional china. Además, en Japón se puede observar que, en muchas obras nihonga que se consideran un tesoro nacional, se ha empleado el *gofun* en su creación. Ejemplo de ello son las obras *Cerezo* (en japonés, 桜図), de Hasegawa Tōhaku (1539 - 1619), *Pinos bajo la nieve* (en japonés, 雪松図屏風), (véase fig. 95), de Maruyama Ōkyo (1733 - 1795) y *Pino viejo y fénix blanco* (en japonés, 老松白鳳図), de Itō Jakuchū (1716 - 1800) (véase fig. 96).

³⁰² HUERTAS TORREJÓN, Manuel, *Materiales, procedimientos y técnicas pictóricas I*. Akal S.A., Madrid, 2010, p. 154.

³⁰³ YUMI, Ishida, *Colores tradicionales japoneses. 日本傳統色名帖*. Trad. LIU, Ting Yan, Azoth Books, Taipéi, 2019, p. 30-31.



Fig. 95. Maruyama Ōkyo, *Pinos bajo la nieve*. *Biombo*. “雪松図屏風”, cada panel: 155.7 x 361.2 cm.



Fig. 96. Itō Jakuchū, *Pino viejo y fénix blanco*. “老松白鳳図”, 142.3 × 79 cm.

Cuarzo:



Fig. 97. Cuarzo.

El cuarzo (véase fig. 97) es el segundo mineral más abundante en la corteza continental, solo superado por el feldespato³⁰⁴. El cuarzo en su forma completa es parecido a una geoda. Su formación masiva se encuentra en yacimientos hidrotermales, y su formación granular se presenta tanto en granito, como en gneis y en arenisca³⁰⁵. Además, también es posible producir cuarzo por métodos artificiales.

En Japón, se le denomina cuarzo cuando es opaco y blanco, y se le llama cristal de roca cuando se presenta de forma transparente³⁰⁶. Esto se debe a las diferencias en sus orígenes. Existen muchas variedades de este mineral, como la amatista, el citrino, el cuarzo ahumado, el cuarzo rosa, etc. Esta variedad mineral muestra diferentes tonalidades de blanco cuando se muele. Sin embargo, para la elaboración de pigmentos nihonga, el polvo molido de cuarzo transparente, sin la mezcla de otros colores, es el blanco más puro e idóneo que existe. El cuarzo es el principal pigmento mineral blanco de la pintura nihonga, y también es una materia prima importante para la producción de vidrio y cerámica.

³⁰⁴ LUTGENS, Frederick K., et al., *Geociencia Conceptual 1: Geología y Paisaje*. 觀念地球科學 1: 地質·地景. Commonwealth Publishing, Taipéi, 2018, p. 72.

³⁰⁵ ATOSHI, Matsubara, *Minerales y gemas*. 礦物寶石大鑑. Trad. ZHANG, Si Wei, China Coal Industry Publishing House, Pekín, 2018, p. 38.

³⁰⁶ IIDA, Koichi, *Enciclopedia de gemas naturales*. 天然寶石百科. Trad. HE, Pei Yi, Taiwán Editorial Tohan, Taipéi, 2012, p. 150.

Asimismo, se suele utilizar para fabricar pigmentos minerales sintéticos (en japonés, 合成岩絵具) debido a su bajo coste; estos pigmentos sintéticos son innovaciones recientes en la gama de pigmentos nihonga. Al añadir al cuarzo una capa de tintes químicos resistentes a la luz, se consigue una variedad de colores interesante que da lugar al pigmento *shin-iwa*. Por lo tanto, este pigmento ha conseguido enriquecer enormemente las carencias en las tonalidades de los pigmentos minerales que se han utilizado tradicionalmente en la pintura nihonga. Por otra parte, debido a que esta capa de tintes químicos cubrirá el color y brillo natural del mineral, el color del pigmento *shin-iwa*, bajo la luz, presentará una calidad mucho menor que la de los pigmentos minerales naturales.

Calcita:

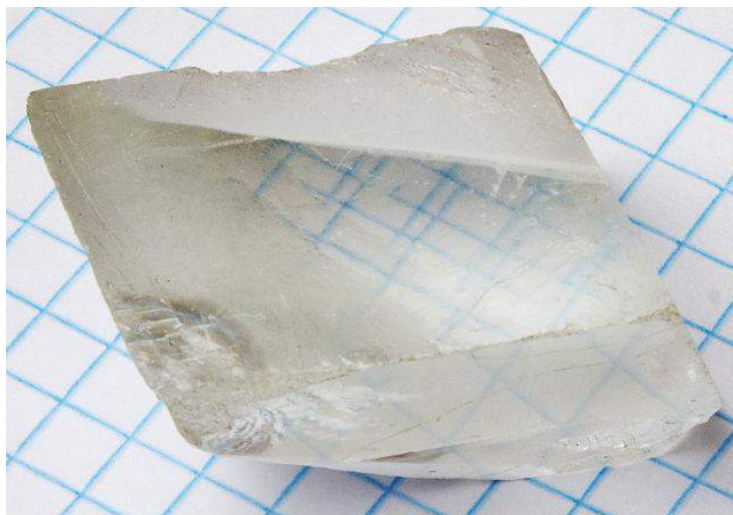


Fig. 98. Calcita.

El componente principal de la calcita (véase fig. 98) es el carbonato cálcico³⁰⁷. La calcita, como la mayoría de los carbonatos, genera espuma al mezclarse con el ácido debido a la formación de dióxido de carbono³⁰⁸. Los modelos de formación de la calcita más comunes son: en romboedros, en hexágonos, en cristales escalenoedros, y también en forma de estalactitas. A su vez, el mármol es una calcita metamórfica, que se encuentra generalmente en cristalizaciones masivas y opacas. La calcita también es un componente del caparazón de organismos marinos, como el plancton, los

³⁰⁷ WEI, Ming Tong, *Química General. 普通化學*. Wu-Nan Book, Taipéi, 2009, p. 269.

³⁰⁸ ZHOU, Qiu Xiang, *Introducción a las Ciencias Naturales y la Tecnología Viva. 自然科學與生活科技概論*. Prensa psicológica, Nueva Taipéi, 2005, p. 273.

foraminíferos o la parte consistente de las rodófitas, y es el principal componente de las conchas de las ostras³⁰⁹.

El color de la calcita es variado: cuando contiene hierro, presenta un color amarillo; cuando contiene manganeso, su color es rosa; si presenta cobalto, su color es rosa con un tono violáceo; si contiene níquel, su color es verde y, con el estroncio, su color es azul³¹⁰.

Entre sus distintas variedades, el espato de Islandia es el tipo de calcita más destacado, y se distingue por ser una calcita incolora y transparente. Se llama así porque abunda en Islandia, y se suele utilizar en la colección ornamental. Si este mineral es puro y completamente transparente, producirá un efecto óptico de doble refracción³¹¹. Esto quiere decir que, si se pone el espato de Islandia sobre un papel cuadriculado, a través de este cristal las líneas del papel presentarán una conversión producida por la refracción doble (véase fig. 98).

La experiencia de Sr. Tsai Chi Yuan en el proceso de fabricación de pigmentos minerales a partir del espato de Islandia se detalla a continuación:

“El espato de Islandia se utiliza para hacer pigmentos, sus partículas en el pigmento pueden brillar, por su color natural. Por lo que las partículas molidas del espato de Islandia presentan hábito cristalino, laminar y con una exfoliación perfecta. Por lo tanto, tiene una superficie de refracción más grande, y un mejor efecto de reflexión sobre la luz. Con esas características, el lustre del espato de Islandia es mejor que el del cuarzo. Sin embargo, si elabora el pigmento con calcita general, no existe tal efecto y el color resultante del pigmento tendrá una ligera sensación amarillenta. Al convertir el espato de Islandia en pigmento, es necesario romper un gran trozo de piedra islandesa. Se romperá de un gran romboedro en muchos romboedros pequeños, y la mayoría de ellos formará escamas debido a su exfoliación perfecta. Este paso no es difícil, sólo hay que apuntar a la superficie de la hendidura del plomo y golpearla. Así se puede romper fácilmente. Su dureza en la Escala de Mohs es 3. Con esas dos características se consigue de fácil manera hacer el pigmento del espato de Islandia.”³¹²

³⁰⁹ CUI, Fu Zhai y FENG, Qing Ling, *Biomateriales*. 生物材料學. Tsinghua University Press, Pekín, 1996, p. 98.

³¹⁰ IIDA, Koichi, *Enciclopedia de gemas naturales*. 天然寶石百科. Trad. HE, Pei Yi, Taiwán Editorial Tohan, Taipéi, 2012, p. 134.

³¹¹ CENG, Xiao Dong y AN, Yu Ying, *Medición y detección óptica*. 光學感測與測量. Wu-Nan Book, Taipéi, 2004, p. 82.

³¹² TSAI, Chi-Yuan. *Investigación sobre la evolución y el uso de pigmentos minerales tomando como ejemplo pintura nihonga*. TFM dirigido por las profesoras Tsuei Yung Shiue y Hu Jr Jia. Facultad de Historia y Artefacto, Universidad de Feng Chia, 2017, p.47.

Los pigmentos hechos a partir de cuarzo y de calcita son blancos, pero si se observan más en detalle, se aprecia que el cuarzo tiene un tono más frío. El precio del pigmento de calcita es más barato que el de cuarzo, dado que su proceso de fabricación es relativamente corto, su producción es más sencilla y el uso de la máquina es escaso, tal como lo explica el Sr. Tsai Chi Yuan. Según los fabricantes de materiales nihonga, el pigmento producido con calcita es el que conlleva menor coste. Por este motivo, los principiantes en pintura nihonga suelen mezclar pigmentos de calcita con pigmento *suihi* (en japonés, 水干顔料) para adaptarse poco a poco a la granulosidad de los pigmentos minerales y aprender a controlar la cantidad de aglutinante que necesitan emplear.

Mármol blanco:



Fig. 99. Mármol blanco.

La formación del mármol blanco (véase fig. 99) es similar a la del mármol rojo que se ha descrito anteriormente. Desde la Antigüedad, el mármol blanco ha sido muy apreciado en el arte de la escultura. Su baja dureza lo hace más fácil de tallar y permite aplicar técnicas de tallado muy minuciosas, como la que se emplea para esculpir la fina estructura anatómica del cuerpo humano: arrugas fluidas, textura giratoria, etc. Además, el componente principal del mármol es la calcita en gran cantidad; esto hace que el lustre refleje la luz en las esculturas, y es un motivo de peso a la hora de elegir pigmentos producidos a partir del mármol.

A diferencia del pigmento hecho de cuarzo y calcita, el pigmento de mármol blanco es menos transparente, por lo que presenta un color blanco más denso para su uso en pintura.

A modo de ejemplo, podemos mencionar un pigmento mineral hecho de mármol blanco: el *iwagofun* (en japonés, 岩胡粉), fabricado por la empresa Nakagawa Gofun Enogu, con sede en Kioto.

Mica:



Fig. 100. Mica.

La mica (véase fig. 100) es uno de los minerales más abundantes en la naturaleza. Su nombre uno alude a un mineral específico, sino que es el nombre con el que se conoce a la familia de minerales de silicato en los que el potasio es el principal componente. Según los diferentes elementos que componen la mica, esta se puede clasificar en más de 50 tipos diferentes³¹³. Sus colores más representativos son el blanco, el negro, el gris, el marrón, el violeta, el rosa y el verde. De todos ellos, el negro es el color representativo de la annita ya que es rica en hierro, mientras que el blanco es el color de la moscovita, rica en aluminio; también presenta otras variantes ricas en litio, como la lepidolita, o ricas en magnesio, como la flogopita³¹⁴. La

³¹³ IIDA, Koichi, *Enciclopedia de gemas naturales*. 天然寶石百科. Trad. HE, Pei Yi, Taiwán Editorial Tohan, Taipéi, 2012, p. 438.

³¹⁴ IIDA, Koichi, *Enciclopedia de gemas naturales*. 天然寶石百科. Trad. HE, Pei Yi, Taiwán Editorial Tohan, Taipéi, 2012, p. 438.

característica común de este tipo de mica es que todos sus ejemplares tienen un peculiar brillo nacarado o perlado. En la producción de pigmentos minerales para pintura nihonga, generalmente se prefiere la moscovita por su singular efecto visual. Sin embargo, no es muy recomendable usarla demasiado, dado que puede causar reacciones adversas en las imágenes representadas.

La característica más común de la mica es que tiene una estructura de múltiples capas que se pueden separar fácilmente en una dirección específica. Según la experiencia del Sr. Tasi Chi Yuan, la mica es muy similar al oropimente. Tiene una textura suave, pero contiene una tenacidad elástica que dificulta su trituración. Es necesario calentarla para que se endurezca antes de triturarla y así resulte más fácil de trabajar.³¹⁵

Además, el sistema de clasificación del tamaño de las partículas de los pigmentos elaborados a partir de mica es diferente al de otros pigmentos minerales. Debido a sus características de exfoliación, las partículas de mica se dividen en tres tipos (véase fig. 101): gruesa (en japonés, 荒目), media (en japonés, 中目) y fina (en japonés, 細目). Las partículas gruesas presentan una forma que se asemeja a los copos de nieve y muestra, de forma clara, su característica de exfoliación basal en una única dirección.



Fig. 101. Pigmentos hechos con mica.

³¹⁵ TSAI, Chi Yuan, *Investigación sobre la evolución y el uso de pigmentos minerales tomando como ejemplo pintura nihonga*. TFM dirigido por las profesoras Tsuei Yung Shiue y Hu Jr Jia. Facultad de Historia y Artefacto, Universidad de Feng Chia, 2017, p.51.

No importa qué tipo de mica se muele para producir pigmentos minerales, porque el color que se obtenga siempre será claro. Por lo tanto, se pueden encontrar pigmentos minerales hechos con mica y teñidos de color dorado o plateado para añadirles tonalidad. También se puede moler junto a otros minerales, lo que, por un lado, hace que sea más más fácil de moler y, por otro, altera el tono del color.³¹⁶

Conchas de ostra de Itabo:

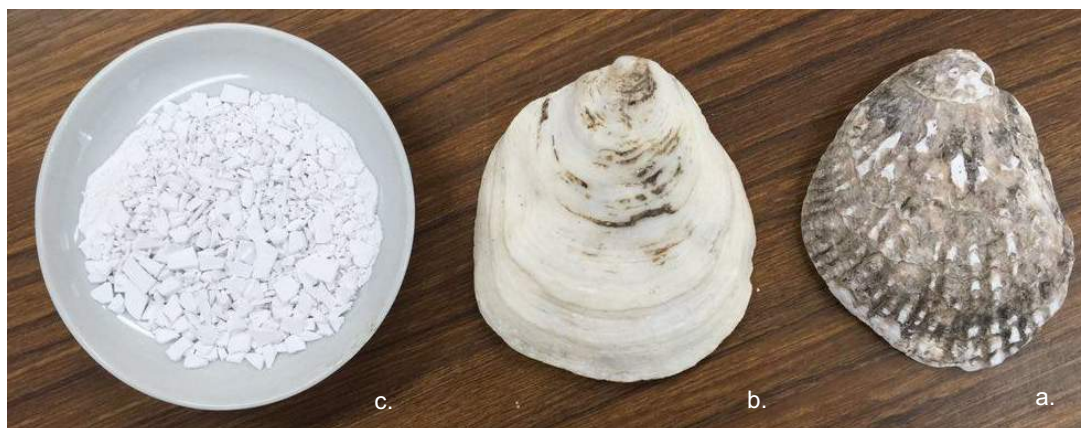


Fig. 102. Conchas de ostra de Itabo.

- a. Concha de ostra en su forma original.
- b. Concha de ostra procesada mediante unciones de solarización y meteorización.
- c. Pigmento *gofun*.

El principal componente de las conchas de ostra (véase fig. 102) es el carbonato de calcio. En general, los pigmentos producidos a partir de conchas de ostra se clasifican como pigmentos animales, pero, a raíz del cambio en la definición de los minerales y su composición, también se puede incluir en la categoría de pigmentos minerales. El pigmento hecho de concha de ostra se llama *gofun* en japonés, y en mandarín se denomina *hufun* (en mandarín, 胡粉). Se considera que es el pigmento más importante en la pintura nihonga. El *hufun* que se recoge en documentos antiguos chinos no se refiere al pigmento hecho de conchas de ostra, sino al blanco de plomo. La palabra *hu* proviene del grupo étnico Hu de la dinastía Tang, y generalmente hace referencia a personas de países o regiones occidentales; por lo tanto, podemos deducir que el pigmento *hufun* fue introducido por este grupo étnico³¹⁷.

³¹⁶ WANG, Ding Li, *El uso y producción de colores de pintura china. 中國畫顏色的運用與製作*. Artist Publishing, Taipéi, 1993, p. 134.

³¹⁷ KAN, Lao, *Una nueva investigación sobre tiras de madera en la frontera occidental de las dinastías Han y Jin. 漢晉西陲木簡新考*. Institute of History and Philology, Academia Sinica, 1985, p. 28.

El fabricante de pigmentos nihonga Nakagawa Gofun Enogu, utiliza las conchas de ostras de Itabo naturales, originarias del mar interior de Seto, como materia prima para conseguir el pigmento *gofun*³¹⁸. De todos los moluscos, solo se puede producir un pigmento blanco de la más alta calidad a partir de las conchas de ostra.

El proceso de elaboración del *gofun* es diferente al de otros pigmentos minerales, dado que, después de recolectar las conchas de ostras, estas deben exponerse a la luz solar durante diez o quince años. Mediante los procesos de solarización y meteorización, se pueden eliminar las impurezas de la superficie de las, y el calcio puede alcanzar una mayor pureza. Esto se puede ver en el ejemplar a de la figura 102. Después de clasificarlas y tamizarlas, las conchas se muelen hasta obtener un polvo fino. Posteriormente, se agrega aglutinante a dicho polvo hasta obtener una pasta como la que se muestra en la figura 103; entonces, se extiende una capa de dicha pasta sobre una placa de cedro y se deja secar (véase fig. 104). Por último, una vez seca, se rompe esta capa para obtener un producto rocoso. Es importante cerciorarse de que el producto no tenga humedad³¹⁹.



Fig. 103. Fabricación de *gofun*.

³¹⁸ *Blanco japonés vivo y suave. Visita a la fábrica de Nakagawa.* [Consultado el 12-6-2021]. Disponible en: <http://www.comark.co.jp/trashed-3/>

³¹⁹ *Compromiso con la fabricación.* [Consultado el 13-6-2021]. Disponible en: <http://nakagawa-gofun.co.jp/begin/manufacture.html>



Fig. 104. Capas de pintura *gofun*.

Según el tamaño, las partes y la textura de las conchas de ostra, el pigmento *gofun* se puede clasificar en diferentes niveles de calidad, ordenados de menor a mayor, con los siguientes pigmentos: *shirayukiin* (en japonés, 白雪印), *hakujuin* (en japonés, 白寿印) y *kinhoin* (en japonés, 金鳳印). El *gofun shirayukiin* tiene una textura más rugosa que es adecuada para la base de la creación pictórica. El nivel medio, *hakujuin*, puede hacer las veces de base y utilizarse también como pigmento base para pinturas. Finalmente, el nivel de mayor calidad es el *kinhoin*, porque tiene una formación fina y delicada que lo hace óptimo para pintar. El *gofun* es de un color blanco cálido. Por lo general, durante el proceso de pintura nihonga, se suele pintar una capa con el *gofun shirayukiin* a modo de base de la pintura después de montar el papel sobre el panel de madera. Este primer paso permite la pigmentación para así obtener colores más vivos, y también reducirá las posibilidades de acidificación de las obras pictóricas con el paso del tiempo.

Pumita:

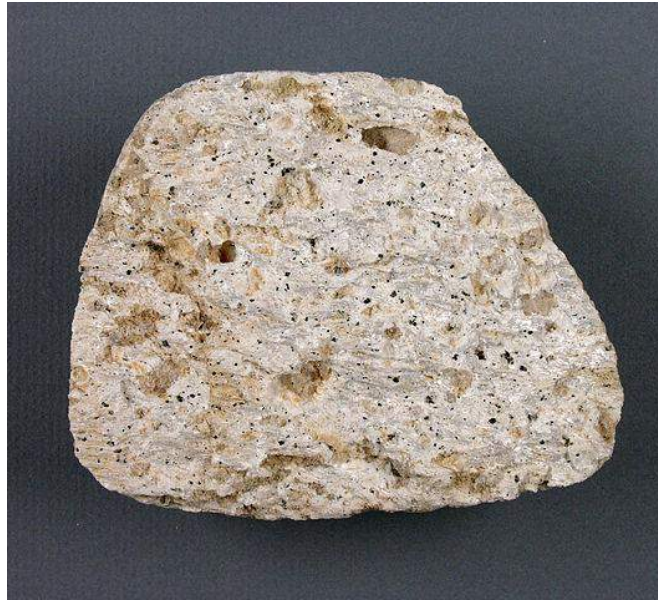


Fig. 105. Pumita.

La pumita (véase fig. 105) es una roca ígnea volcánica, vítrea y muy porosa³²⁰. Está compuesta casi en su totalidad por vidrio volcánico y, por esta razón, se la considera un mineral. La característica más particular de la pumita es que su volumen de poros representa casi el 70% de su volumen total.

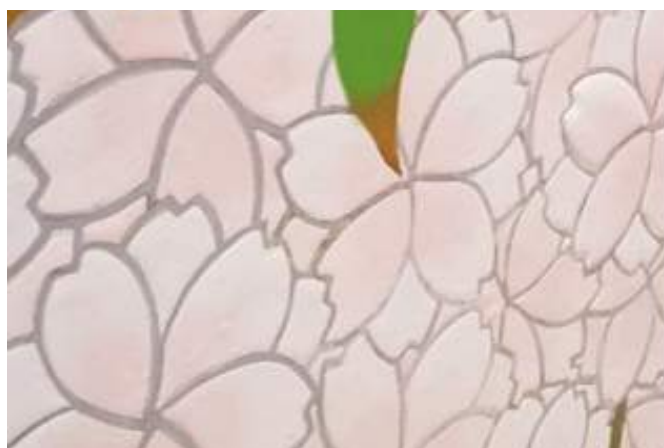
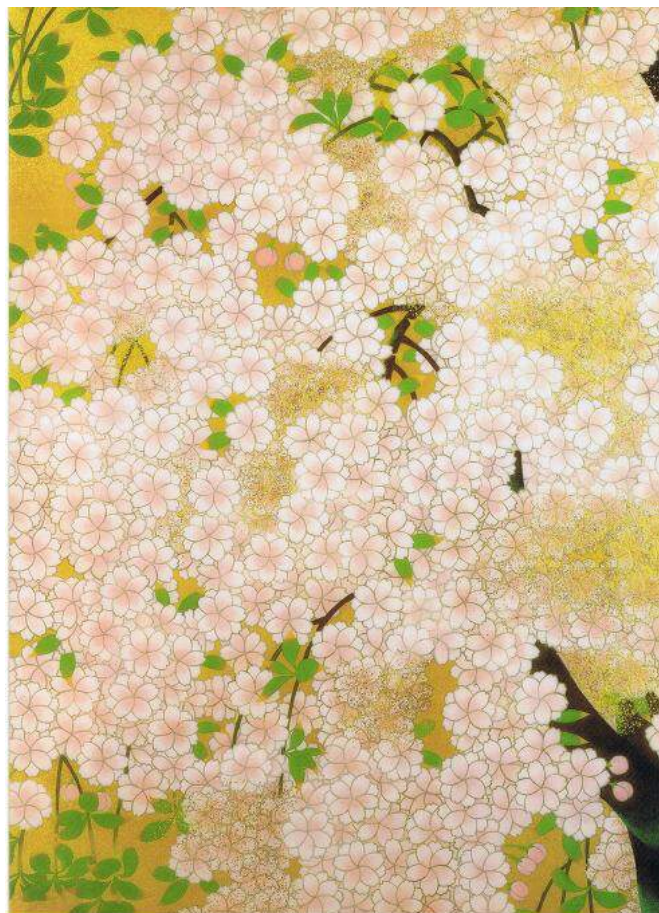
Cuando una roca volcánica se sobrecalienta y se la somete a una alta presión, termina siendo expulsada violentamente del volcán: así es como se forma la pumita. La inusual configuración espumosa de esta piedra pómez se debe al rápido enfriamiento y a la rápida despresurización que experimenta al mismo tiempo³²¹. Por otra parte, su gravedad específica es muy baja y entre sus espacios porosos solo hay conexiones vítreas muy delgadas, lo que le permite flotar en el agua.

El color de la pumita es generalmente claro, en tonos blancos y grises. Al convertirla en pigmento, como otros minerales, se puede dividir en 10 tamaños de partículas: 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13 hasta *byaku* (en japonés, 白). Debido a su composición, el pigmento hecho a partir de pumita se suele mezclar con el *gofun* y con pigmentos de calcita para una aplicación óptima de la técnica tradicional nihonga denominada

³²⁰ PAN, Guo Liang, *Teoría general de la ingeniería geológica (tercera edición)*. 工程地質通論 (第三版). Wu-Nan Book, Taipéi, 2019, p. 55.

³²¹ *Volcán submarino entra en erupción con piedra pómez para ayudar a reconstruir la Gran Barrera de Coral* [Consultado el 15-6-2021]. Disponible en: <https://e-info.org.tw/node/219796>


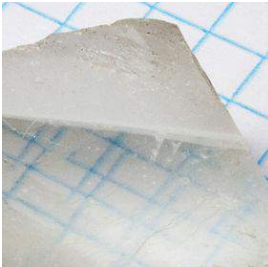

moriage (en japonés, 盛上), que se utiliza para crear relieves en la pintura (véase fig. 106).



Detalles con técnica *moriage*.

Fig. 106. Meiji Hashimoto, *Sakura de mañana*. “朝陽桜”, 144 x 64 cm.

La siguiente es integración mineral de pigmentos blancos:

Nombre	Cuarzo	Calcita	Mármol blanco
Figura de mineral			
Fórmula química	SiO ₂	CaCO ₃	CaCO ₃ + elementos cromóforos e impurezas.
Dureza	7	3	3 - 4
Densidad relativa	2.65	2.69 - 2.82	2.6 - 2.8
Índice de refracción	1.54 - 1.55	1.49 - 1.66	1.49 - 1.66
Lugares con depósitos localizados	Afganistán, Brasil, Canadá, China, Suiza, México...	Afganistán, Francia, Italia, Japón, Noruega, Reino Unido...	España e Italia...




Nombre	Mica	Concha de ostra	Pumita
Figura de mineral			
Fórmula química	K(Li,Al) ₃ [(F,HO) ₂ AlSi ₃ O ₁₀] (general).	CaCO ₃ + aglutinante	SiO ₂ + Al ₂ O ₃
Dureza	2.5 - 4		5 - 6
Densidad relativa	2.75 - 3.2		< 1
Índice de refracción	1.52 - 1.7		
Lugares con depósitos localizados	Alemania, Escocia, México, Nepal...	Origen: Japón	Estado Unidos, Italia, México, Chile, Japón...

Tabla 11. Propiedades de los minerales.

2.5. Pigmentos minerales artificiales y sintéticos.

La falta de tonalidades en los pigmentos hechos de minerales naturales supuso un problema para la pintura nihonga a lo largo de su evolución. Por esta razón, en el listado de minerales enumerados anteriormente no se mencionan ejemplares de color púrpura. Sin embargo, todavía se pueden encontrar en la naturaleza minerales que presenten una superficie de este color. Por ejemplo, el fundador de la fábrica de pigmentos nihonga, Sr. Tasi Chi Yuan, utilizó el mineral denominado purpurita (véase fig. 107) para la elaboración de pigmentos. La apariencia de este mineral es brillante y de color intenso, no obstante, tras ser molido su color torna en un marrón rojizo oscuro³²². Además, debido a que la mayor parte de este tipo de minerales, tras ser procesados adquieren un color blanco, no existen muchos que sean aptos para la pigmentación. Ha de tenerse en cuenta su elevado precio para la falta de tonalidad presentada. Es por ello por lo que los fabricantes nihonga han diseñado pigmentos minerales de fabricación artificial y sintética.



Fig. 107. Purpurita.

³²² TSAI, Chi Yuan, *Investigación sobre la evolución y el uso de pigmentos minerales tomando como ejemplo pintura Nihonga*. TFM dirigido por los profesores Tsuei Yung Shiue y Hu Jr Jia. Facultad de Historia y Artefacto, Universidad de Feng Chia, Taichung, 2017, p. 72.

2.5.1. Pigmento *shin-iwa*.

En Japón, durante la Era Meiji en el siglo XIX, con la creación del pigmento *shin-iwa* (en japonés, 新岩絵具), fue desarrollado el pigmento mineral artificial en el campo de la pintura nihonga. Esta tipología de pigmentos se remonta aproximadamente al año 2200a. C., con el azul egipcio originario del antiguo Egipto, el cual es considerado como el primer pigmento sintético de color, y se lleva utilizando durante miles de años. Su producción está registrada en el libro *Tratado de pintura. Color, pigmentos y ensayo*:

“Se partió de los materiales siguientes: cuarzo, calcita y malaquita o azurita (carbonatos básicos de cobre). Se utilizó en algunas muestras un poco de fundente y carbonato sódico para rebajar la temperatura de cocción. Al cabo de varias horas de ser calentada la mezcla (5 a 27 horas), entre 900 y 1000°C, se obtuvo el color deseado.”³²³

Similar a la elaboración del azul egipcio, los pigmentos minerales artificiales están hechos de una masa del vidriado coloreada compuesta de esmalte de alta cocción, a la que se agrega óxidos metálicos a partir de elementos cromóforos. Esta mezcla se calienta a una temperatura alta, de aproximadamente 800°C a 1000°C (véase la fig. 108), convirtiéndose en un estado magmático después de fundirse³²⁴. Después de que se enfría, pasa a un estado sólido similar a una roca (véase la fig. 109). El siguiente paso es el mismo que se explica para el proceso de los pigmentos minerales: trituración, molienda (véase fig. 110.), y tamizado a diferentes tamaños de partículas para obtener el resultado final. Al igual que los pigmentos minerales naturales, los artificiales se pueden dividir en una escala de no. 5 a no. *byaku* y también en una escala de no. 6 a no. *byaku*, las cuales representan los diferentes números de partículas contenidas en los pigmentos y el uso de una u otra escala depende de cada fabricante.

³²³ PALET, Antoni y I CASAS, Antoni Palet. *Tratado de pintura. Color, pigmentos y ensayo*. Edicions Universitat Barcelona, Barcelona, 2002, p. 68.

³²⁴ *Compromiso con la fabricación*. [Consultado el 21-1-2022]. Disponible en: <http://nakagawa-gofun.co.jp/begin/manufacture.html>

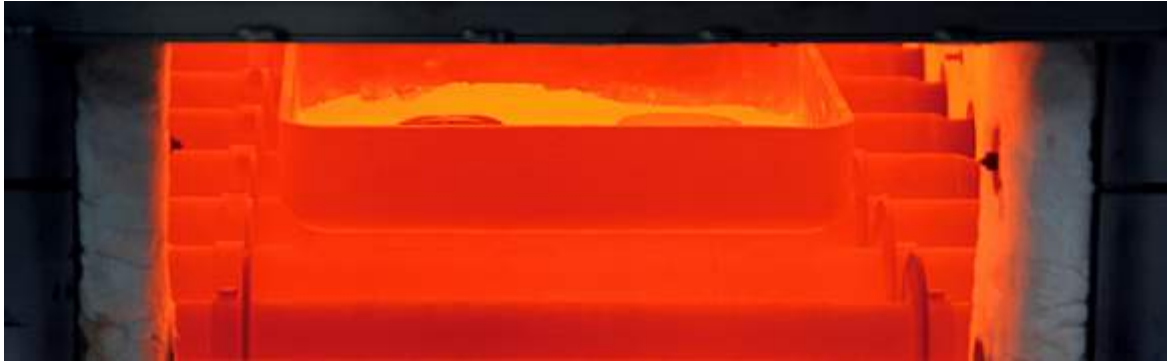


Fig. 108. Calentamiento de materiales para fabricar el pigmento *shin-iwa*.



Fig. 109. Resultado después de enfriar.



Fig. 110. Preparación de molienda.

La ventaja del pigmento *shin-iwa* sobre los pigmentos de origen natural es su amplia diversidad tonal. Esta característica es debida a la adición de diferentes óxidos metálicos. Además, los materiales utilizados en la producción de pigmentos artificiales no tienen impurezas después de su fusión y sinterización a altas temperaturas, por lo que su color resultante es puro. En comparación con los minerales naturales empleados en la pintura nihonga, el proceso de fabricación del *shin-iwa* es más fácil, de menor coste, y también puede reemplazar a pigmentos como el *gunjo* o *gunroku*, ambos de mayor coste de producción. Debido a que se fabrica manualmente, la fórmula se puede mantener constante y la temperatura de sinterización se puede controlar con mayor facilidad. Por lo tanto, la coloración puede mantener el mismo tono entre diferentes lotes, la cual es una característica que con minerales naturales no se puede obtener. Sin embargo, debido a que el pigmento *shin-iwa* es de producción artificial, su apariencia en términos de lustre y textura es diferente a la de los minerales naturales. Bajo la luz, el brillo reflejado por este pigmento será uniforme, mientras que en los pigmentos minerales naturales será más vívido, esto es debido a que estos últimos, al ser de procedencia natural, cada pequeña partícula tendrá un ángulo de corte diferente.

Sin embargo, con la evolución de los tiempos, las técnicas nihonga han experimentado cambios. A partir de la influencia de la escuela de tinta china tradicional, que enfatizaba el uso de líneas, así como de la influencia del estilo nebuloso o del estilo de pintura en blanco, la pintura nihonga se ha ido transformando en un estilo realista. Además, sobre ella, la pintura occidental ha contribuido en una mayor utilización de técnicas de impasto lo que contribuye en la expresividad de las obras. Por lo tanto, para conseguir estos resultados debidos a las distintas influencias, la variedad y riqueza de colores, estos pigmentos se han ido convirtiendo en los más demandados por los pintores nihonga, especialmente los de tipo *shin-iwa*.

2.5.2. Pigmentos minerales sintéticos.

A parte del pigmento *shin-iwa*, los fabricantes japoneses de pigmentos nihonga también han desarrollado un tipo de pigmento aún más barato que los artificiales, denominado pigmento mineral sintético (en japonés, 合成岩絵具)³²⁵. Este se produce a partir de

³²⁵ *Gōsei iwa enogu*. [Consultado el 21-1-2022]. Disponible en: <https://reurl.cc/oeQYlv>

minerales naturales blancos como el cuarzo y la calcita, los cuales después de un proceso de elaboración, se dividen según su tamaño de partícula en una escala de 6 a 12 (como es el caso de la fábrica japonesa nihonga Sankichi) y cada resultado se tiñe con colorantes químicos.

Asimismo, la fábrica Sankichi también ha desarrollado un nuevo pigmento mineral sintético llamado pigmento de piedra colorada (en japonés, 石彩岩絵具)³²⁶. Se diferencia del pigmento artificial mencionado anteriormente en que, se clasifica sólo en dos tamaños de partículas, a saber, fino (en japonés, hosome, 細目) y escamoso (en japonés, chume, 中目), los cuales podemos ver en la figura 111. La producción de este pigmento se lleva a cabo mediante la pulverización de la piedra y una posterior tinción. En cuanto al tipo de piedra que utiliza, la fábrica Sankich no da más detalles.



Fig. 111. Pigmentos de piedra colorado.

Las ventajas de los pigmentos sintéticos minerales son su bajo precio y que poseen una tonalidad extensa. No obstante, la durabilidad de este tipo de pigmentos ha sido objeto de debate. Esta característica dependerá de los colorantes químicos utilizados y se clasificará de acuerdo con la calidad del producto, así como del adhesivo utilizado entre el tinte y el mineral. Las fórmulas utilizadas variarán según el fabricante que las emplee. A la hora de utilizar los pigmentos minerales sintéticos en conjunción con aglutinantes extraídos de colas de animales, típicos de la pintura nihonga, es posible que ambos productos no se mezclen correctamente o, se corre el riesgo de que ambos se

³²⁶ *Gōsei iwa enogu*. [Consultado el 21-1-2022]. Disponible en: <https://reurl.cc/oeQYlv>

desprendan y caigan a lo largo del tiempo. Debido al colorante químico utilizado en los pigmentos sintéticos, cuando estos se utilizan juntamente con pigmentos minerales naturales, pueden ocurrir reacciones químicas posteriores que desvirtúen la mezcla, lo cual está también bajo supervisión de los expertos.

Además, los pigmentos sintéticos minerales se recubren con una capa de colorante en la superficie de las partículas de cuarzo o calcita que los componen, cubriendo de esta forma el color del mineral original. Al mismo tiempo, también se pierde el efecto característico del mineral después del proceso de producción sintético, dado que cada partícula tiene una superficie de corte diferente por su exfoliación y por su reflejo lumínico. Por lo tanto, los pigmentos sintéticos minerales pueden resultar menos adecuados que los naturales.

2.5.3. Pigmento *kyojyo*.

El pigmento *kyojyo* (en japonés, 京上絵具) fue desarrollado por la empresa Nakagawa Gofun Enogu. Es un pigmento mineral sin plomo del cual comenzó su producción y venta en masa en 2011³²⁷. Debido a las propiedades químicas específicas de los minerales, una obra pintada con pigmentos minerales naturales, como la de los murales de Dunhuang, va a cambiar su aspecto. Esto es debido a que las sustancias químicas en el aire, como el azufre, reaccionarán con la pigmentación de la obra decolorándola. Por ello, la empresa Nakagawa Gofun Enogu ha invertido en la investigación de la reacción entre la composición de nuevos pigmentos minerales y contaminantes ambientales desde 1992, y también se dedica a la investigación en entornos hostiles, como las zonas de aguas termales que emiten azufre³²⁸, así como de los contaminantes atmosféricos producidos por la polución urbana de la era moderna, como la lluvia ácida. Controlar este tipo de impacto ambiental, que tiende a modificar la composición de las pinturas, es importante para los artistas y expertos japoneses.

En los últimos años, los problemas ambientales causados por la contaminación por plomo se han ido debatiendo ampliamente. La producción y fabricación del pigmento *shin-iwa* como se ha mencionado anteriormente, es similar al método de producción de pigmentos cerámicos, para el que, de base, se utilizan materias primas de esmalte como bórax y

³²⁷ Pigmento Kyojyo. [Consultado el 21-1-2022]. Disponible en: <https://reurl.cc/2DmQxv>

³²⁸ Pigmento Kyojyo. [Consultado el 21-1-2022]. Disponible en: <https://reurl.cc/2DmQxv>

feldespato. Se elabora agregando óxidos metálicos (elementos cromóforos) que se someten a altas temperaturas. Además, a esta elaboración se agrega una sustancia rica en plomo, que no solamente es dañina para el cuerpo humano, sino que también para el medio ambiente. Por lo tanto, la empresa Nakagawa Gofun Enogu realizó una investigación sobre recubrimientos cerámicos, evitando la adición de sustancias ricas en plomo y el impacto medioambiental. Finalmente, desarrolló el pigmento *kyojyo*, que no solamente es inmune a los cambios químicos causados por la contaminación del aire, sino que también previene el daño ambiental durante su producción. Además, es más seguro para el fabricante y el usuario. También cabe resaltar su amplia durabilidad.

La empresa Nakagawa Gofun Enogu ha desarrollado con éxito doce tonos de colores de este tipo de pigmento, como se puede ver en la figura 112., y cada uno contiene una escala de 5 a *byaku*, don diez niveles de color (véase fig. 113). Esta investigación sobre el desarrollo de una amplia variedad de colores continúa, lo que abre nuevas perspectivas para los pigmentos nihonga, y es interesante conocer la evolución de su fabricación a través de una concienciación medioambiental.



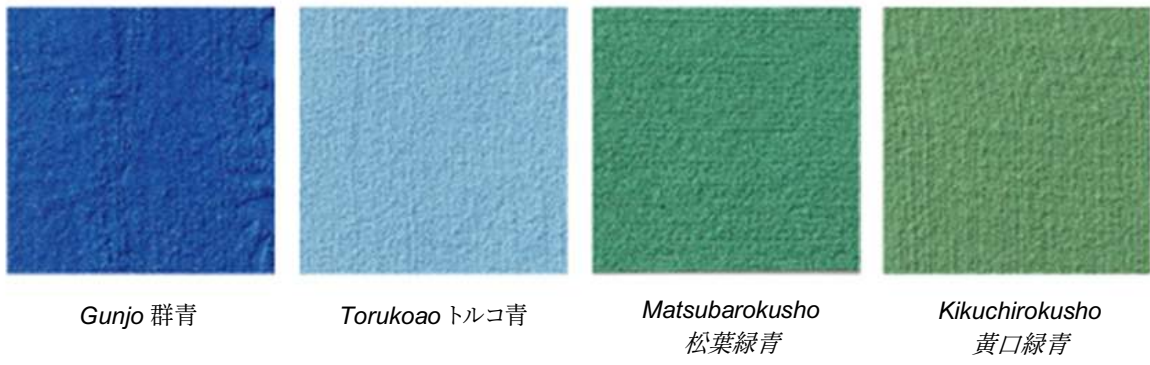


Fig.112. Pigmento *kyojyo*.

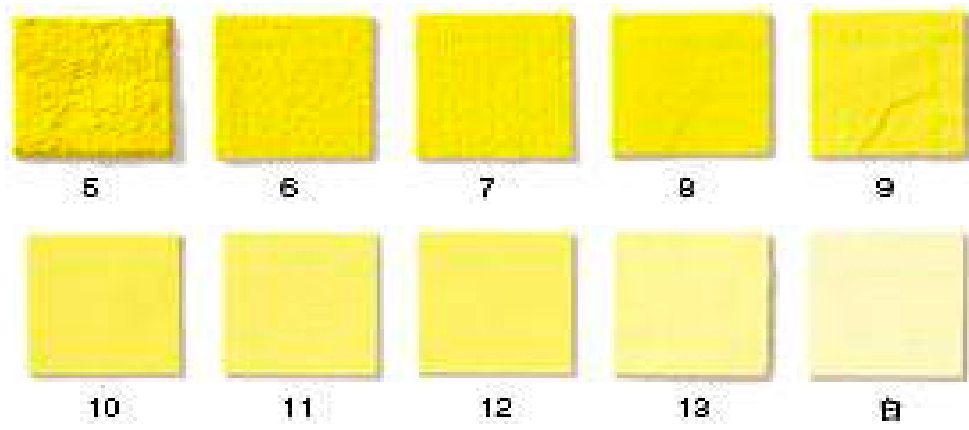


Fig. 113. Diez niveles del pigmento *kyojyo*.

2.6. Metales como soporte y materia colorante.

En la pintura nihonga, los minerales de un sólo elemento químico como el oro, la plata y el cobre, se clasifican de forma separada a los demás pigmentos. La mayor dureza de estos minerales (Mohs) se engloba de 2.5 a 3 grados, por lo que son muy blandos y dúctiles. Por lo tanto, no son adecuados para la fabricación de pigmentos con partículas de diferentes tamaños. La forma más común de utilizar estos materiales es convirtiéndolos en hojas metálicas o pulverizándolos.

A lo largo de la historia, el cobre fue el mineral más utilizado por el ser humano. A partir de este se realizaban aleaciones con plomo o estaño para fabricar utensilios, herramientas, armas, etc., pasando a denominarse el período en el que tuvo un gran esplendor como la Edad del Bronce. De esta época se han encontrado múltiples restos en distintas regiones del planeta, por ejemplo, en la cultura Sanxingdui procedente de China, se han desenterrado importantes reliquias. Las más famosas son un grupo de esculturas de bronce con forma de cabeza humana, de las cuales, un ejemplar está cubierto de láminas de oro (véase fig. 114).



Fig. 114. Cabeza de bronce cubierta con láminas de oro.

Generalmente dentro de los muchos minerales metálicos utilizados en el arte, el oro es el que aparece con mayor frecuencia, principalmente en libros, pinturas, iglesias o templos. Tanto en Oriente como en Occidente, el oro tiene una consideración artística extremadamente importante y su uso es favorecido en el arte religioso y por la nobleza. Dependiendo de la aplicación que se le dé a este metal, ya sea en forma de lámina o

de pigmento, presentará distinto nivel de belleza visual, en lo que también influye el material sobre el que se utilice. Simbólicamente, al oro se le suele asociar con lo sagrado y con significados seculares.

Conforme el arte ha evolucionado la demanda de los tonos de las láminas metálicas ha aumentado. Además del oro, la plata y el cobre, los fabricantes de láminas nihonga también las desarrollan con otros minerales metálicos tales como: aluminio, estaño y platino, ampliando más las posibilidades creativas en la pintura.

2.6.1. Oro.



Fig. 115. Oro.

En estado puro, el oro presenta un brillo metálico dorado, es blando, y posee buena inercia, no es fácil de deteriorar y de desvanecer (véase fig. 115). Tampoco es fácil de combinar en aleación con otros elementos, aunque es sensible al agua regia y al cloro³²⁹. Dentro del arte, la característica más importante de este metal es su maleabilidad, la cual permite su procesamiento en pan de oro. Se puede unir en aleación con elementos similares como la plata y el cobre. El oro generalmente se forma en cuerpos minerales (mineral original) dentro de yacimientos hidrotermales. En la superficie terrestre, las rocas que lo rodean se separan de este por la intemperización y luego se juntan gradualmente para formar arena dorada a través de

³²⁹ HE, Zi Le, *Química enigmática I. 謎樣的化學, 第1卷*. Wu-Nan Book, Taipéi, 2005, p. 43.

ser transportada en el agua³³⁰. Por lo general, se encuentra en forma de escamas, grupos arborescentes y granos.

Desde la Antigüedad, la utilización del oro se ha ampliado a través de distintas representaciones alrededor del planeta, incluyendo el pan de oro. El primer uso del oro se remonta al antiguo Egipto en el año 2600 a. C.³³¹. Por otro lado, en Japón, el primer descubrimiento del uso de este mineral fue en el túmulo funerario de Koyama del siglo VI, en la prefectura de Shiga³³². Más tarde, también se encontró en túmulos funerarios construidos en otros siglos. El período en el que se utilizó una gran cantidad de oro fue cuando el budismo se extendió a Japón, dado que se construyó una gran cantidad de templos budistas. Este metal desempeñó un papel indispensable en la arquitectura de los templos, las esculturas y la artesanía budistas.

Se estima que el inicio de la producción de pan de oro se produjo en Kanazawa, en el año 1593, pero no hay forma de verificarlo debido a la falta de literatura al respecto, aunque el 98% del pan de oro japonés se produce en esa ciudad³³³. Además de ser el budismo un canal para promover el desarrollo del oro como material pictórico, el samurái Toyotomi Hideyoshi (1537 d. C. a 1598 d. C.) era conocido por su amor al arte dorado y extendió su popularidad, dado que empleaba pan de oro como ornamento para muebles y utilizó este metal para decorar las estructuras tenshu de distintos edificios, por ejemplo, en el castillo de Osaka³³⁴³³⁵. Debido al énfasis en el uso del oro, la escuela Kanō, la más importante de la pintura japonesa en esta época y que estuvo activa a mediados del período Muromachi (siglos XIV al XV) hasta el final del período Edo (siglo XIX) durante unos 400 años, se dedicaba a realizar pinturas para el gobierno militar shogunato, así como también para las cortes, los templos, la familia real y la clase noble. Por lo tanto, el estilo de esta escuela era resplandeciente y lleno de atributos de grandiosidad. La mejor forma de identificar las obras de esta escuela es a través de observar las capas doradas que cubren el fondo de las pinturas.

³³⁰ SATOSHI, Matsubara, *Minerales y gemas*. 礦物寶石大圖鑑. Trad. ZHANG, Si Wei, China Coal Industry Publishing House, Pekín, 2018, p. 54.

³³¹ STEAD, Iam M. y STEAD, Miriam. *La vida en el antiguo Egipto*. Ediciones AKAL, Madrid, 1998, p. 36.

³³² HARADA, Toshito, *Maquillaje y joyas antiguas*. 古代人の化粧と装身具. Tosui Shobo Publishers, Kioto, 1987, p. 99.

³³³ *Historia de la hoja de oro*. [Consultado el 21-1-2022]. Disponible en: <https://www.hakuichi.co.jp/goldleaf/history.php>

³³⁴ Tenshu es la parte más alta, más importante y representativa de los castillos japoneses, tenía la función de ser un punto de vigilancia, también era uno de los símbolos de poder en la era feudal.

³³⁵ CHEN, Ming Bo, *Búsqueda de los pasos de El cuento de Genji en Japón*. 我在日本尋訪源氏物語的足跡. Harvest Publishing, Taipéi, 2011, p. 14.

En la obra *Leones guardianes chinos* (en japonés: 唐獅子図屏風) (véase fig. 116), se puede ver una nube dorada compuesta por hojas de pan de oro.



Fig. 116. Kanō Eitoku, *Leones guardianes chinos*. “唐獅子図屏風”, 222.8 x 452cm.

2.6.2. Plata.



Fig. 117. Plata.

La plata (véase fig. 117.) tiene un color blanco brillante metálico, y presenta características de suavidad y maleabilidad similares a las del oro. Se encuentra principalmente en yacimientos hidrotermales o en zonas de oxidación que contienen

depósitos de plata³³⁶. A veces aparece en forma de dendritas en los poros del mineral contenedor. A diferencia del oro, la plata es relativamente inestable, y causará cambios irreversibles de color si está en contacto con sustancias como el sulfuro de plata y el cloruro de plata.

En las técnicas nihonga, el color plateado cambia a través de modificar las propiedades químicas del metal, creando efectos únicos. La forma más común de generar estas variedades es cuando, después de dorar el pan de plata, este se espolvorea con polvo de azufre o se pinta con una solución de azufre utilizando pinceles. Según la densidad y el tiempo de permanencia del azufre, se obtendrán tonos bronceados, rojizos, azules o negros (véase fig. 118).

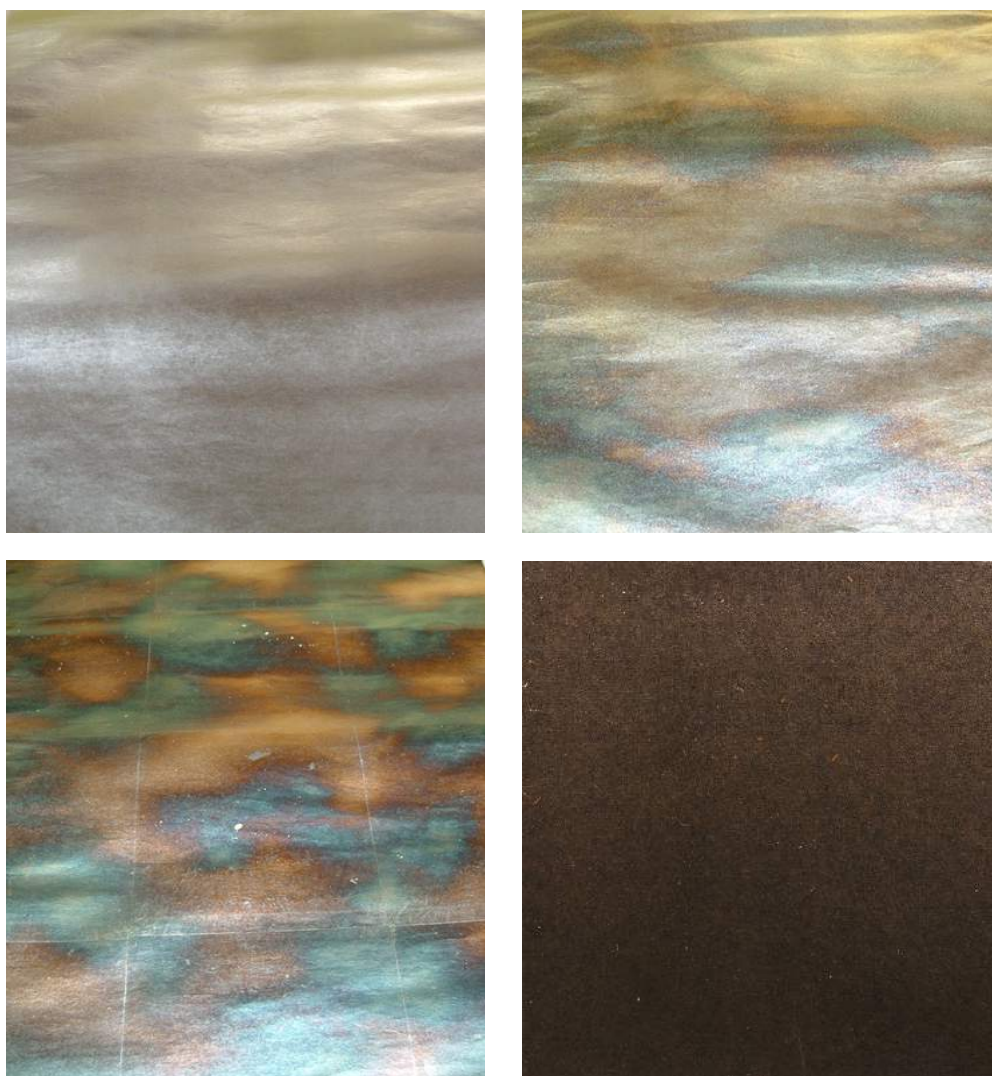


Fig. 118. Efecto del cambio químico entre plata y azufre.

³³⁶ SATOSHI, Matsubara, *Minerales y gemas*. 礦物寶石大圖鑑. Trad. ZHANG, Si Wei, China Coal Industry Publishing House, Pekín, 2018, p. 56.

En el estilo de la pintura nihonga, además de cubrir el fondo de toda la obra con pan de oro, también se utiliza el pan de plata como fondo para crear una atmósfera diferente. Por ejemplo, en la obra *Plantas con flores de verano y otoño* y *Flores de ciruela roja y blanca* (véase fig. 119 y 120) de Sakai Hōitsu (1761 d. C. a 1828 d. C.), un pintor importante de la escuela Rinpa en el período Edo, se presenta una combinación de pan de oro y pan de plata, mostrando una apariencia completamente diferente a las obras que solamente utilizan pan de oro. Esta obra ha sido designada como un importante bien cultural en Japón y actualmente se encuentra en la colección del Museo Nacional de Tokio.



Fig. 119. Sakai Hōitsu, *Plantas con flores de verano y otoño*. “夏秋草図屏風”, cada panel: 164.5 x 181.8cm.



Fig. 120. Sakai Hōitsu, *Flores de ciruela roja y blanca*. “紅白梅図屏風”, cada panel: 152.5 x 319.6cm.

2.6.3. Cobre.



Fig. 121. Cobre.

El cobre (véase fig. 121) se caracteriza por tener una alta conductividad eléctrica, ser maleable, dúctil y por presentar un brillo metálico rojizo. Se encuentra en forma de masa compacta o dendrítica en cavidades basálticas y rocas metamórficas, o es formado por el agua subterránea en la parte superior de los yacimientos, junto con malaquita y cuprita³³⁷. En contacto prolongado con el aire se oxidará y se tornará a un tono negro y marrón, también conseguirá la tonalidad del verdigrís, como se ha mencionado anteriormente. Además, su precio es relativamente bajo.

Cabe mencionar la importancia en la pintura nihonga de la hoja de latón aokuchi, una lámina hecha a partir de la aleación de cobre y zinc, similar al pan de oro (véase fig. 122), por lo que se suele utilizar para practicar la técnica del dorado.



Lámina de aleación de cobre y zinc



Pan de oro

Fig. 122. Diferencias tonales entre lámina de aleación y pan de oro.

³³⁷ SATOSHI, Matsubara, *Minerales y gemas*. 礦物寶石大圖鑑. Trad. ZHANG, Si Wei, China Coal Industry Publishing House, Pekín, 2018, p. 58.

2.6.4. Aluminio.



Fig. 123. Aluminio.

El aluminio (véase fig. 123) es el tercer elemento más abundante en la corteza terrestre³³⁸. Representa aproximadamente el 8 % de la superficie terrestre³³⁹. Por lo general, es difícil encontrarlo como un elemento individual, debido a que aparece en forma de óxidos y silicatos³⁴⁰. El principal mineral que contiene aluminio es la bauxita. En el siglo XIX, el precio de este metal tuvo la ocasión de superar al precio del oro. Más adelante, en el siglo XX, el aluminio era muy favorecido en la industria³⁴¹, dado que se puede unir en aleación con varios metales. Dichas aleaciones son livianas y de alta resistencia, por lo que son ampliamente utilizadas en la fabricación de aviones, automóviles y cohetes.

La apariencia del aluminio es de color blanco plateado, bastante similar a la plata, pero con un brillo más débil. Además, debido a su alta actividad es fácil de combinar con el oxígeno del aire, tras lo que se forma una densa película de óxido (óxido de aluminio) en su superficie³⁴². De esta forma, el color se tornará ligeramente a un gris plateado. La película resultante tiene la capacidad de proteger al aluminio, lo que hace

³³⁸ Aluminio. [Consultado el 25-6-2022]. Disponible en: <https://educalingo.com/es/dic-zh/lu-22>

³³⁹ SATOSHI, Matsubara, *Minerales y gemas. 礦物寶石大圖鑑*. Trad. ZHANG, Si Wei, China Coal Industry Publishing House, Pekín, 2018, p. 68.

³⁴⁰ QIU, Zhu Xian, *Aluminio en la tierra: el mensajero de la tecnología en alza. 泥土中的鋁: 科技騰飛的使者*. Tsinghua University Press, Pekín, 2000, p. 3.

³⁴¹ LI, Mu Nan, et al., *El invento más tecnológico. 技術發明之最*. Liaohai Publishing House, Shenyang, 2010, p. 80.

³⁴² QIU, Zhu Xian, *Aluminio en la tierra: el mensajero de la tecnología en alza. 泥土中的鋁: 科技騰飛的使者*. Tsinghua University Press, Pekín, 2000, p. 12.

que este sea menos susceptible a la corrosión. A diferencia de la lámina de plata, que cambia químicamente con el azufre, la lámina de aluminio no varía su color por lo que puede sustituir a la primera en la pintura nihonga.

2.6.5. Estaño.

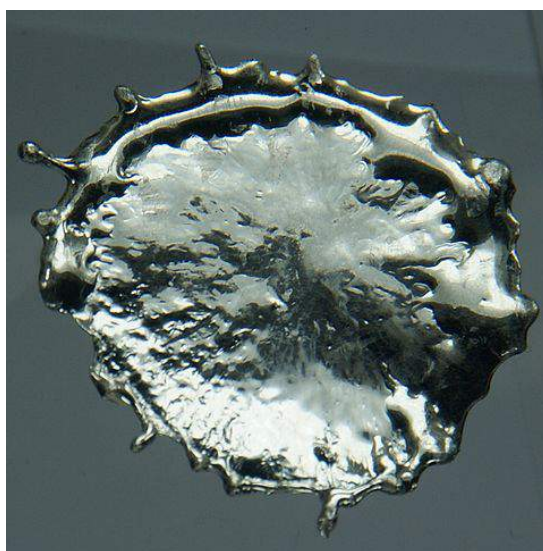


Fig. 124. Estaño.

La principal fuente de estaño es la casiterita, en la cual su contenido llega a ser de un 80%. Se produce principalmente en depósitos hidrotermales de alta temperatura, yacimientos metasomáticos de contacto y en yacimientos pegmatíticos, junto con minerales como el cuarzo y la fluorita³⁴³. El estaño es dúctil y de color blanco plateado (véase fig. 124) y debido a la formación de óxido en su superficie se utiliza como capa protectora para otros metales evitando una mayor oxidación de estos³⁴⁴. Tuvo un papel importante en la Edad de Bronce, al ser uno de los metales destacados para realizar la aleación con cobre, cuya proporción era: cobre 90%, estaño 10%³⁴⁵. El resultado presentaba una alta resistencia y era fácil de moldear, ampliamente utilizado y convertido en un material para la fabricación de herramientas y armas.

³⁴³ SATOSHI, Matsubara, *Minerales y gemas*. 礦物寶石大圖鑑. Trad. ZHANG, Si Wei, China Coal Industry Publishing House, Pekín, 2018, p.70.

³⁴⁴ WEI, Zheng, *Curso de formación metalmeccánica*. 金工實訓教程. Tsinghua University Press, Pekín, 2004, p. 77.

³⁴⁵ CHALINE, Eric, *50 minerales que cambiaron la historia*. 改變歷史的 50 種礦物. Trad, Gao, Ping, Cube Press, Taipéi, 2014, p. 16.

En la pintura nihonga, la lámina hecha de estaño presenta un brillo similar al del platino y al de la plata. Tiene un brillo blanco plateado suave, y se caracteriza por una resistencia al cambio de tonalidad. En comparación con el pan de plata, tiene un color ligeramente cetrino y astrigente.

2.6.6. Platino.

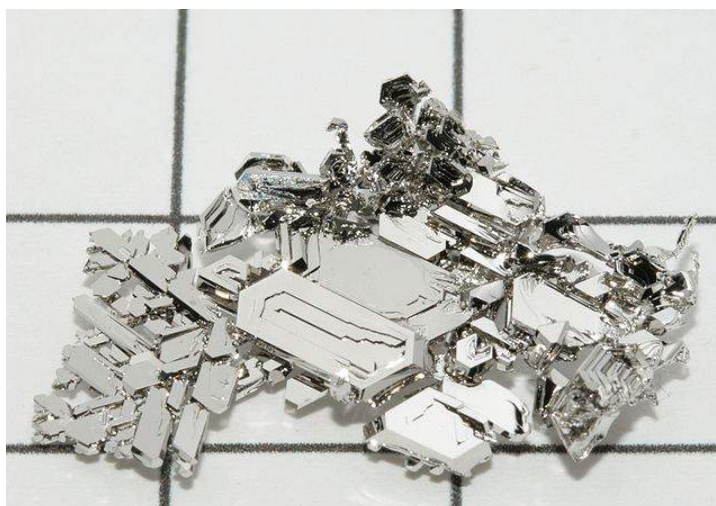


Fig. 125. Platino.

A través de excavaciones arqueológicas se ha encontrado rastro del uso de platino (véase fig. 125) en el antiguo Egipto³⁴⁶. Este metal generalmente se produce en forma granular o masiva en depósitos de arena depositados por la meteorización de las rocas³⁴⁷. El platino es un metal precioso caracterizado por una tonalidad blanquecina, con alta densidad, alto punto de fusión, alta ductilidad y baja reactividad. Además de ser soluble en agua regia, como el oro, también tiene una fuerte resistencia a la corrosión a altas temperaturas y, debido a su estabilidad extremadamente alta, se ha convertido en uno de los metales más utilizados en la industria.

En el arte, puede usarse para pintura, escultura, productos de tela, etc. Debido a sus propiedades físicas de resistencia a la oxidación, el color de la lámina de platino no cambiará en ambientes hostiles y puede usarse para reemplazar la lámina de plata.

³⁴⁶ DOYLE, Arthur Conan, *Historias de la penumbra y lo invisible*. Andres Bello, Santiago de Chile, 1997, p. 103.

³⁴⁷ SATOSHI, Matsubara, *Minerales y gemas*. 礦物寶石大圖鑑. Trad. ZHANG, Si Wei, China Coal Industry Publishing House, Pekín, 2018, p.55.

Aunque el pan de plata, la lámina de aluminio, de estaño y de platino comparten un brillo metálico blanquecino y plateado, cada uno tiene sus propias características tonales, como se muestra en la figura 126. Cuando se aplican en la creación artística, el pintor puede elegir la lámina de acuerdo con el tono requerido y con sus propiedades químicas.



Lámina de plata

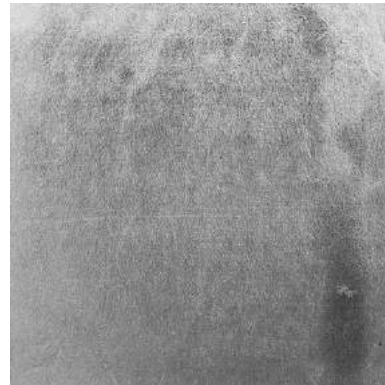


Lámina de aluminio



Lámina de estaño



Lámina de platino

Fig. 126. Diferencias tonales entre láminas metálicas.

CAPÍTULO 3. FABRICACIÓN DE LOS PIGMENTOS NIHONGA.

Para la obtención de pigmentos minerales se deben realizar varios procedimientos, como la trituración, la eliminación de impurezas o la molturación. Además, los minerales presentan diferencias en sus propiedades: condiciones de formación, composiciones que los conforman, dureza y densidad relativa, etc. Por este motivo, es necesario emplear diferentes procedimientos para procesar cada mineral y convertirlo en pigmento.

En este capítulo analizaremos documentación procedente de China y Japón a fin de explorar los procedimientos tradicionales de producción de pigmentos nihonga tanto en estos países como en Taiwán, y compararlos con los procedimientos modernos. También compararemos en detalle los procedimientos de distintos fabricantes y analizaremos en profundidad las herramientas utilizadas en la fabricación de pigmentos, como la trituradora o el molino de bolas, y sus mecanismos operativos.

Basándonos en la teoría del procesamiento de minerales, profundizaremos en los pasos clave del proceso de producción de pigmentos nihonga: el método de elutriación mediante agua. Este método no es exclusivo de la producción de pigmentos minerales, sino que también se aplica al *shin-iwa*, a los pigmentos minerales sintéticos y al *kyojyo*.

Por último, estudiaremos el procedimiento de láminas metálicas, y realizaremos un estudio comparativo de la importancia de los pigmentos minerales y los materiales metálicos que se han utilizado en China, Taiwán, Japón y Occidente.

3.1. Obtención tradicional del pigmento nihonga.

Hasta el siglo XIX, las principales herramientas para fabricar pigmentos eran relativamente sencillas: A. Mortero de piedra: fabricado para triturar el mineral mediante fuerza de impacto. Antes de moler los minerales, estos deben triturarse hasta alcanzar un determinado. Al triturarlos, también se eliminan las impurezas.

A. Molinillo de medicamentos (véase fig. 127): se trata de una herramienta de molienda con una ranura en forma tubular hecha de metal o cerámica. Se utiliza una rueda consistente que se desliza por la ranura hacia adelante y hacia atrás, así como en un ángulo oblicuo determinado; así, el lateral de la rueda roza con el interior de la ranura tubular y esto produce la molienda. En la medicina tradicional china se solía utilizar este tipo de molinillo para moler productos medicinales y también algunos minerales, tal y como se recoge en el libro *Notas de corrección de Shennong Ben Cao Jing*:

“El cinabrio, de sabor dulce, ligeramente frío, que vigoriza las cinco posesiones del cuerpo y todo tipo de enfermedades, nutre el espíritu, calma el alma, beneficia el Qi y mejora la vista.”³⁴⁸

Sin embargo, se ha prohibido la utilización de cinabrio en elaboraciones medicinales debido a su toxicidad, a los diferentes métodos de producción, y a la normativa vigente.



Fig. 127. Molinillo de medicamentos.

³⁴⁸ SHANG, Zhi Jun, *Notas de corrección de Shennong Ben Cao Jing*. 神農本草經校注. Xueyuan Prensa, Pekín, 2008, p. 16.

- B. Equipo de molienda de placa plana (véase fig. 128): se trata de una piedra de moler sobre la que se depositan las mineras y, sobre ellos, se aplica fuerza con un rodillo. Con este método se consigue una presión similar sobre todo el mineral procesado, por tanto, es una herramienta adecuada para minerales de baja dureza.



Fig. 128. Equipo de molienda de placa plana.

- C. Molinillo: herramienta que se utiliza para moler minerales hasta obtener partículas muy finas, y que se asemeja a las herramientas utilizadas para la fabricación de la pintura al óleo occidental. Este tipo de herramienta es también el predecesor de la piedra de entintar que se utilizaba para producir la pintura tradicional china. Además de moler pigmentos, también se puede utilizar para moler bolitas de tinta (véase fig. 129). Tras convertir la tinta en una masa, se puede agregar agua directamente sobre la piedra de moler para obtener tinta líquida.
- D. Molino de piedra: en la Antigüedad, este tipo de herramienta se solía utilizar para moler el grano. Para pigmentos minerales, encontramos un ejemplo del uso de este molino en el fabricante Nakagawa Gofun Enogu; en su proceso de elaboración del pigmento *gofun*, esta empresa utiliza el molino de piedra para la molienda porque no genera un calor excesivo³⁴⁹. Si la temperatura supera los 60 grados durante la molienda, el pigmento mineral comienza a amarillear, y por este

³⁴⁹ HAYASHI, Isao, *Técnicas y materiales de la pintura de minerales y aglutinantes*. 膠彩畫材料與技法. Trad. LIAO, Rui Fen, Artist Publishing, Taipéi, pp. 30-31.

motivo no puede procesarse por los métodos modernos molienda a alta velocidad³⁵⁰.



Fig. 129. Molinillo y bolitas de tinta.

3.1.1. Tratados japoneses antiguos.

Al revisar la literatura japonesa, hemos encontrado que la mayoría de los pigmentos que se describen son de importación, a pesar de que en Japón también se procesaban los minerales. La cantidad de pigmento producido en Japón no era suficiente para satisfacer la demanda durante los casi 300 años posteriores al cierre de país en 1633. Además de medicinas, libros, etc., los pigmentos minerales siempre han sido uno de los artículos importados más relevantes para Japón, y la mayoría se producían en China. En el documento más antiguo sobre la producción de pintura *Honchou gahou taiden*, escrito por Tosa Mitsuoki (1583 d.C. a 1638 d. C.) y publicado en 1690, se explica lo siguiente:

“Los colores konjō 紺青 (también escrito daiao), asaao 淺青 (también escrito shiroao o gunjō), rokushō 緑青 (también escrito ishimidori, producido a partir de la mina de cobre nacional), y shiro rokushō 白緑青 (sacado del interior del color rokushō). Estos cuatro colores se denominan dai ga-gu (en japonés, 大画具).”

“En el método de fabricación del color rokushō se agrega agua y aglutinante en un mortero, moliendo ligeramente con un barrote de piedra. Se vierte el agua turbia en la parte

³⁵⁰ TSAI, Chi Yuan, *Investigación sobre la evolución y el uso de pigmentos minerales tomando como ejemplo pintura nihonga*. TFM dirigido por la profesora Tsuei Yung Shiue y Hu Jr Jia. Facultad de Historia y Artefacto, Universidad de Feng Chia, Taichung, 2017, p. 8.

superior a través de otro recipiente, dando como resultado una pintura fangosa acumulada (también conocido como atamaao 頭青). Luego, se muele el contenido de pigmentos dentro del agua en otro recipiente, se agita para separarlos del agua y se vierte el agua turbia restante en otro recipiente. El sedimento que queda en la superficie donde se muele es denominado rokushō no. 2 二番緑青 (también llamado niao 二青 o kōao 好青). Se repite el paso anterior, para finalmente obtener un color llamado shirorokushō o 白緑青 (también llamado aburako 油子 u osansei 三青).³⁵¹

A partir de esta descripción, se puede deducir que los pigmentos minerales producidos en Japón se distinguían por el tamaño de sus partículas y porque ya tenían su propia nomenclatura en el siglo XVII. Sobre su producción, el segundo volumen del libro *Nippon Sankai Meibutsu Zue* del escritor Tetsusai Hirase (desconocido) ilustrado por Hasegawa Mitsunobu (desconocido) y publicado en 1797, también recoge el proceso de elaboración de pigmentos mediante la combinación de descripciones e ilustraciones (véase fig. 130)³⁵².



Fig. 130. Tetsusai Hirase, *Nippon Sankai Meibutsu Zue*.

³⁵¹ TOSA, Mitsuoki, *Honchou gahou taiden*. 本朝画法大伝. Mitsutome-ya Genbee, Osaka, 1690, p. 34.

³⁵² TETSUSAI, Hirase y HASEGAWA Mitsunobu, *Nippon sankai meibutsu zue II*. 日本山海名物図会上冊. Shioya Uhē, Osaka, 1797, p. 2.

La malaquita es un mineral de superficie que se forma tras la oxidación de los minerales primarios que contienen cobre. Por lo tanto, en las minas de cobre también se puede encontrar malaquita y la producción de cobre por medio de malaquita tuvo lugar en diferentes puntos del país. La mina de cobre de Naganobori, en la prefectura de Yamaguchi, es un ejemplo de yacimiento de malaquita excavado en el periodo Edo y fue una localización importante en la historia del origen de los pigmentos minerales. Las herramientas que se utilizaban en aquella época se han conservado hasta nuestros días (véanse figs. 131 y 132)³⁵³. Además, los pigmentos que se produjeron en esta mina no solo se vendieron en Japón, sino que también se exportaron a otros países en aquella época³⁵⁴.



Fig. 131. Mortero.



Fig. 132. Utensilio para separar impurezas y diferenciar partículas en base a su tamaño.

³⁵³ *Mina de cobre Naganobori*. [Consultado el 24-1-2022]. Disponible en: <https://reurl.cc/NpgROp>

³⁵⁴ TSURUTA, Eiichi, *Historia de los pigmentos*. 顔料の歴史. Conferencia de pintura (lección II), 2002. [Consultado el 3-1-2022]. Disponible en: <https://reurl.cc/rQxbOZ>

La explotación de la mina de cobre de Naganobori también impulsó la producción de pigmentos minerales; según datos estadísticos, en aquel momento había siete fabricantes³⁵⁵. Sin embargo, los métodos de producción y las herramientas que utilizaban eran secretos, según se explica en el libro *Breve introducción a las piedras fabricadas en Japón* (véase fig. 133)³⁵⁶.

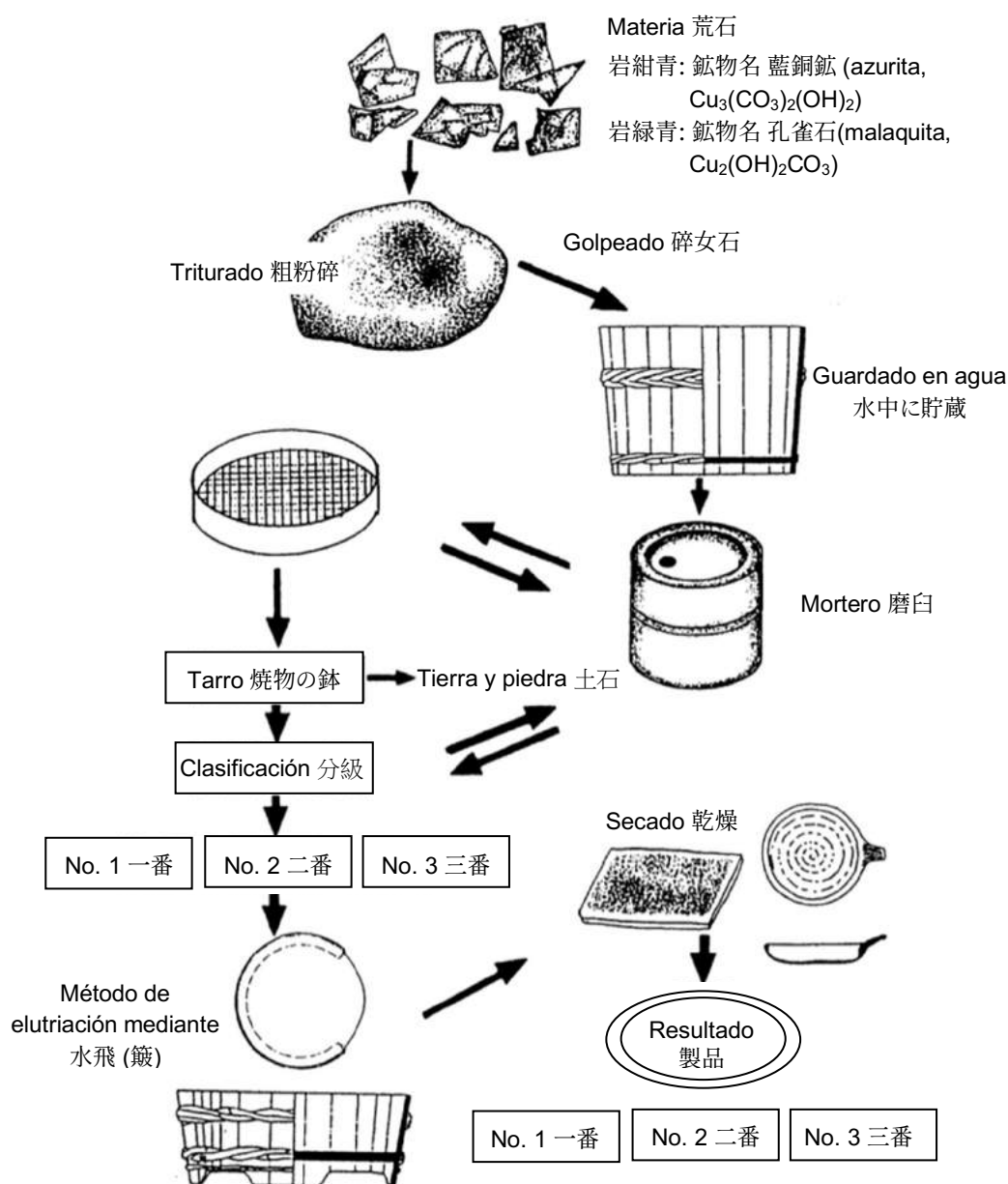


Fig. 133. Proceso de producción del pigmento de azurita y malaquita.

³⁵⁵ *Herramientas y productos de fabricación de pigmentos minerales de Naganobori*. [Consultado el 26-1-2022]. Disponible en: <https://reurl.cc/pWL47b>

³⁵⁶ *Breve introducción a las piedras fabricadas en Japón*. [Consultado el 26-1-2022]. Disponible en: <https://dl.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/2540076>

De acuerdo con la imagen anterior, podemos inferir que el proceso de producción de malaquita es el siguiente:

- Clasificación de materias primas: según su color, el mineral se clasifica en superior, medio o vulgar.
- Trituración y molienda: se tritura la materia prima hasta obtener partículas muy finas. Si es necesario, se subdividen con un tamiz.
- Clasificación y refinación: se golpea con suavidad el borde del recipiente que contiene las partículas finas y el agua, a fin de eliminar las impurezas y poder así extraer la malaquita de buena calidad que se haya depositado en el fondo de dicho recipiente³⁵⁷.
- Separación de las partículas por elutriación: se monta una canaleta con la parte irregular de cara a la corriente, tal y como se ilustra en la figura 130. Es un proceso parecido a al sistema de lavado del oro (véase fig. 134), para el que se colocan dos barriles en los extremos delantero y trasero y, a continuación, se levanta el barril delantero. De esta forma, las partículas de malaquita pura se acumulan en el barril delantero, que tiene un orificio en el fondo. Posteriormente, se añade agua y se remueve para permitir que las partículas de malaquita salgan por el orificio y fluyan lentamente por la canaleta. De este modo, se puede determinar el tamaño de las partículas según las diferencias en la densidad.

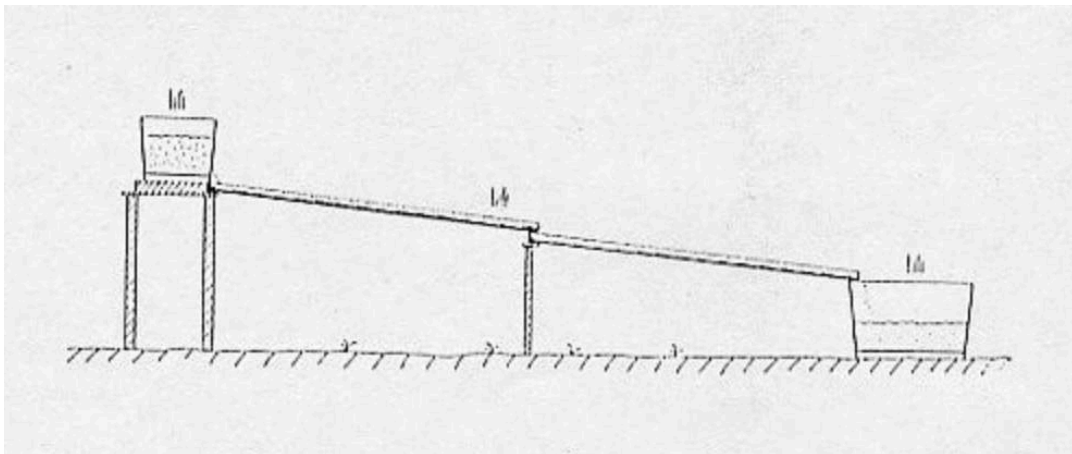


Fig. 134. Sistema de elutriación.

³⁵⁷ También se pueden dejar las partículas en agua unos minutos, y después se puede golpear con suavidad para eliminar las impurezas.

- Secado: se transfieren las partículas de malaquita a una tabla para que se sequen al sol. También se pueden deshidratar por calentamiento mediante tostado, pero debe tenerse en cuenta que la temperatura no puede ser demasiado alta; de lo contrario, el color de la malaquita se oscurecerá.

3.1.2. Tratados chinos antiguos.

El documento más antiguo en el que se menciona la producción de pigmentos minerales en China es el libro *Las pinturas famosas a través de las edades*, publicado en el siglo IX por el escritor Zhang Yan Yuan (815 d. C. a 907 d. C.). en dicho libro se recoge por primera vez la historia del origen de la pintura china. Como ya se mencionó en el primer párrafo del apartado 1.2.5. de la presente tesis, esta obra, además de detallar el origen de los minerales, también describe varios materiales utilizados en pintura, como seda, pigmentos minerales, aglutinantes y pinceles:

“Molturación, precipitación, y eliminación de impurezas, y la división del sombreado del color, así como se califica el peso y tamaño de las partículas.”³⁵⁸

Esta breve introducción menciona el método de fabricación de los pigmentos minerales de aquella época, aunque no aporta detalles. En el siglo XII, Li Jie (1065 d. C. s 1110 d. C.) publicó el libro *Yingzao Fashi*, que fue el primer tratado oficial sobre ingeniería arquitectónica en China. En el capítulo *El método de producir colores minerales*, también se explica en detalle la producción de pigmentos minerales como la azurita, la malaquita o el cinabrio. Gracias al estilo de pintura de la dinastía Tang, que se centró en promover la coloración pictórica, se ha avanzado mucho en el conocimiento sobre la pigmentación mineral. Hoy en día, se siguen utilizando los procedimientos descritos en este libro:

“La azurita, la malaquita y el cinabrio se elaboran de la misma manera. Primero se golpean y se rompen, luego se lavan con agua caliente para eliminar la tierra, la arena, las piedras y otras impurezas de menor densidad. Se trasladan los pigmentos depositados en el fondo a otro recipiente, se trituran muy finos, y luego se lavan con agua caliente. Se espere a que se asienten; dependiendo del espesor de las partículas, los colores tendrán tonos diferentes. Se vierte agua clara en la superficie del pigmento dando lugar a un pigmento de azurita llamado qinghua (en mandarín, 青華), uno de malaquita denominado luhua (en mandarín, 綠華), o un pigmento de cinabrio llamado zhuhua (en mandarín, 朱華). La siguiente parte con un color ligeramente más oscuro se llama sanqing (en mandarín, 三

³⁵⁸ ZHANG, Yan Yuan, *Las pinturas famosas a través de las edades*. 歷代名畫記. Jiangsu Fine Arts Publishing, Nanjing, 2007, p. 49.

青); si está (hecho de malaquita, se conoce como sanlu (en mandarín, 三綠), y si es de cinabrio se le llama sanzhu (en mandarín, 三朱). El color aún más oscuro se llama erqing (en mandarín, 二青), si es de malaquita se le llama erlu (en mandarín, 二綠), y si es de cinabrio se le conoce como erzhu (en mandarín, 二朱). Por último, al pigmento que queda en el fondo del recipiente se le llama daqing (en mandarín, 大青), si es de malaquita se le llama dalu (en mandarín, 大綠), y si está hecho de cinabrio se conoce como dazhu (en mandarín, 大朱). Después de que los cuatro colores se hayan asentado, se vierte el agua, guardándolos después del secado. Para usar, agregue la cantidad adecuada de aglutinante y mezcle de acuerdo con la cantidad de pigmentos.³⁵⁹

De esta explicación se desprende que:

- La azurita, la malaquita y el cinabrio se tratan de un modo similar, probablemente porque la dureza de estos tres minerales es bastante parecida (entre 2.5 y 4).
- Se presta especial atención al lavado, y se aplica la idea que el agua caliente es mejor que la fría.
- El método de elutriación mediante agua de esa época utilizaba un recipiente que contuviera toda la pulpa del mineral. Después, el siguiente paso consistía en verter el tercio superior de la pulpa del mineral que se encontraba en la parte superior del recipiente (A). Posteriormente, se vertía la mitad de la pulpa que quedaba en el recipiente (B) y, a continuación, se vertía el resto (C). Por último, se extraía la cantidad residual que aún se encontraba en el recipiente (D). El contenido se extraía según el tamaño de las partículas, en orden de menor a mayor: D > C > B > A (véase fig. 135).
- No existe un estándar claro a la hora de calificar los pasos de este proceso.

³⁵⁹ LI, Jie, *Yingzao Fashi*. 營造法式. vol.14, The Commercial Press, Taipéi, 1983, p. 509.

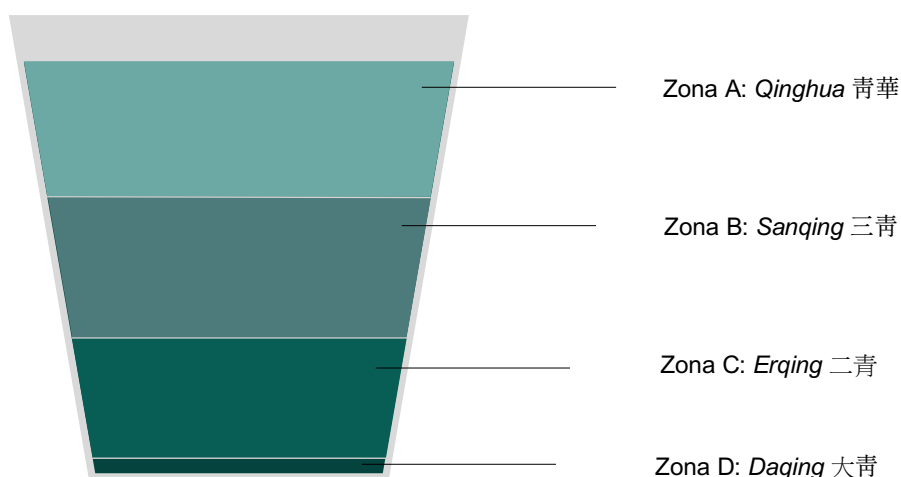


Fig. 135. Método de elutriación en China.

La separación de las partículas de color de los pigmentos minerales también se ha mencionado en el libro *Zhupu* de Li Kan (1271 d. C. a 1368 d. C.), un tratado sistemático del siglo XIV sobre el bambú:

“Las obras deben ser pintadas con malaquita de la mejor calidad. Para obtener la imagen del bambú, se agrega aglutinante a esta y se muele y lava, dividiéndola así en cinco tonos de color verde. El color toulu (en mandarín, 頭青) no se puede usar, los colores erlu (en mandarín, 二綠) y sanlu (en mandarín, 三綠) se utilizan para pintar las partes de las hojas. El color más claro es llamado zhitiaolu (en mandarín, 枝條綠), y el siguiente nivel se llama luhua (en mandarín, 綠花).”³⁶⁰

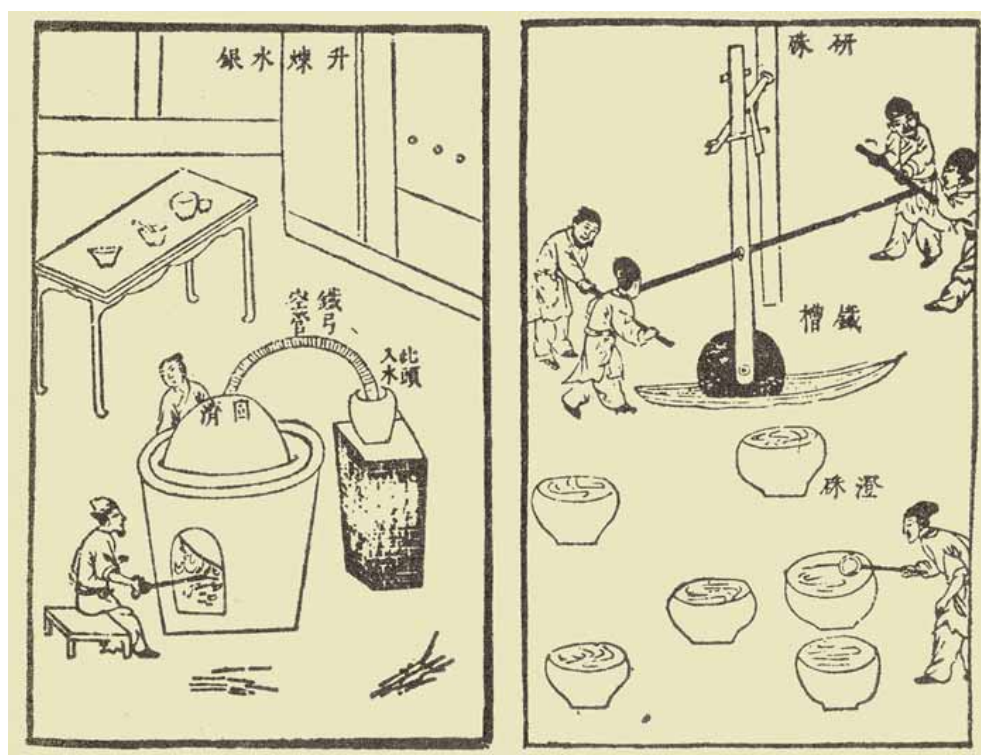
A partir de la revisión de la literatura, se puede constatar que el libro *Las pinturas famosas a través de las edades*, del siglo IX, sentó las bases del método de elaboración de pigmentos que se emplearía años después. Los manuales de los siglos XII y XIV aclaran el proceso de elaboración de pigmentos minerales; en ellos, se distinguen tres tamaños distintos de partículas a los que se les da su respectiva nomenclatura. Además, estos libros también llegaron a Japón y otras regiones gracias a los mercaderes y al budismo³⁶¹. Del libro *Zhupu* se extrae que, en el siglo XIV, China ya había clasificado cinco tamaños de partículas diferentes, aunque el proceso de distinción de dichos tamaños aún no se había definido con claridad. Por lo tanto, los

³⁶⁰ LI, Kan, *Zhupu*. 竹譜. The Commercial Press, Taipei, 1975, p. 19.

³⁶¹ TSURUTA, Eiichi, *Historia de los pigmentos*. 顔料の歴史. Conferencia de pintura (lección II), 2002. [Consultado el 3-1-2022]. Disponible en: <https://reurl.cc/rQxbOZ>

pigmentos minerales producidos por diferentes fabricantes podían tener el mismo nombre, pero diferentes tonos y tamaños de partículas.

A partir del siglo XIV, la literatura sobre la producción de pigmentos minerales recogió más detalles. A modo de ejemplo, podemos mencionar el libro *Explotación de las obras de la naturaleza* de Song Ying Xing (1587 d. C. a 1666 d. C.), que se publicó en 1637. Además de recoger textos que se apoya en ilustraciones para explicar los diferentes métodos de obtención y producción de pigmentos minerales (véase fig. 136), como el *gofun*, el masicote, el verdigrís, el ocre rojo, etc. (véase la tabla 12), en este libro también se describen los materiales que se utilizaban para obtener colorantes como el cártamo, la *caesalpinia sappan*, el *phellodendron*, etc.³⁶²



Refinado del mercurio

Molienda y lavado del cinabrio

Fig. 136. Song Ying Xing, *Explotación de las obras de la naturaleza*.

³⁶² XU, Ru Hong, *Diagrama de la explotación de las obras de la naturaleza*. 圖解天工開物. Whats Publishing, Taipéi, 2010, p. 96-103.

Material	Color	Producción
Blanco de plomo	Blanco	Se ponen el plomo y el vinagre en un barril de madera, y se calienta ligeramente. Se deja reposar siete días y después se cepilla el polvo blanco resultante. Este polvo se mezcla con polvo de soja (compuesto de plomo) y polvo de concha (carbonato de calcio), al tiempo que se agrega agua para lavarlo, y luego se deja secar ³⁶³ .
Cinabrio	Rojo	Se lleva a cabo el proceso de molturación y de elutriación. Después se deja secar (véase fig. 136).
Ocre rojo	Rojo	Es muy común en las montañas. El de mejor calidad es el que se produce en el distrito de Dai, en la provincia de Shanxi (China) ³⁶⁴ .
Sulfuro de mercurio artificial	Rojo	Se refina el cinabrio de mala calidad para obtener mercurio, y después se agrega azufre para producir sulfuro de mercurio artificial ³⁶⁵ .
Óxido de plomo (II) (o litargirio)	Amarillo	Se disuelve plomo en un líquido, y a esta mezcla se le añade una pequeña cantidad de vinagre. Cuando la mezcla entra en ebullición, se agrega un poco de azufre y, tiempo después, un poco de nitro. Se retira del fuego y, cuando ya no hierve, se le agrega un poco de vinagre, como al principio. A continuación, se le agregan azufre y nitro poco a poco y, cuando alcanza la consistencia del polvo, tenemos el masicote o litargirio ³⁶⁶ .
Verdigrís	Verde	Se cubre el latón en láminas finas con vinagre. A esta mezcla se le añade salvado de arroz y se calienta todo junto. Al cabo de unos días, se obtiene el verdigrís ³⁶⁷ .

Tabla 12. Producción de los colores en el libro *Explotación de las obras de la naturaleza*.

³⁶³ SONG, Ying Xing, *La explotación de las obras de la naturaleza*. 天工開物. Wu-Nan Book, Taipéi, 2004, p. 196-197.

³⁶⁴ SONG, Ying Xing, *La explotación de las obras de la naturaleza*. 天工開物. Wu-Nan Book, Taipéi, 2004, p. 308.

³⁶⁵ XU, Ru Hong, *Diagrama de La explotación de las obras de la naturaleza*. 圖解天工開物. Whats Publishing, Taipéi, 2010, p. 105.

³⁶⁶ SONG, Ying Xing, *La explotación de las obras de la naturaleza*. 天工開物. Wu-Nan Book, Taipéi, 2004, p. 198.

³⁶⁷ SONG, Ying Xing, *La explotación de las obras de la naturaleza*. 天工開物. Wu-Nan Book, Taipéi, 2004, p. 308.

Asimismo, en el libro *Detalles de pintura*, escrito por Er Lang (1747 d. C. a 1813 d. C.) y publicado en 1799, se detalla la producción de varios pigmentos minerales como el cinabrio, como se puede leer a continuación:

“Primero, elegir, a ser posible, el cinabrio con un color rojo saturado. Lavarlo, secarlo naturalmente, y ponerlo en un mortero a triturar hasta obtener un polvo fino. Agregando un poco la solución de aglutinante y remover uniformemente, y luego echar el agua caliente y removerlo. Después de que haya pasado el tiempo de precipitación, vierta los pigmentos flotantes en otro plato (o taza, depende de la cantidad). Luego, repita los pasos de agregar la solución de aglutinante, mezclarlo uniformemente, echar el agua caliente, remover, y esperar la precipitación y verter los pigmentos flotantes sobre pigmentos depositados en el plato. Así, tendremos tres niveles de colores y tamaños de partículas del cinabrio. Este método de producción es el mismo que el de azurita.”

“Color sanzhu (en mandarín, 三朱): cuando el cinabrio esté finamente molido en el mortero, agregue una solución de aglutinante y mezcle bien, y luego remueva con agua caliente. Vierta la capa del agua amarilla flotante en otro recipiente. Continúe moliendo el pigmento en el mortero con el dedo, y luego vierta toda el agua amarilla un recipiente distinto, este recipiente suele ser llamado primer recipiente. Se espera la precipitación, y se vierte el agua amarilla en otro recipiente, llamado segundo recipiente. El pigmento precipitado en el primer recipiente se llama sanzhu.”

“Color erzhu (en mandarín, 二朱): con el agua amarilla del segundo recipiente, se repiten los pasos anteriores para obtener el tercer recipiente. El pigmento que queda en el segundo recipiente se llama erzhu.”

“Color touzhu (en mandarín, 頭朱): con el agua amarilla del tercer recipiente, también se repiten los pasos anteriores vertiendo el agua amarilla flotante en el cuarto recipiente. El pigmento depositado en el tercer recipiente se denomina touzhu.”

“Color huang biao (en mandarín, 黃標): el agua amarilla en el cuarto recipiente tendrá objetos flotantes en él. Después de ser succionada el agua con un papel limpio, el agua amarilla del plato se seca, dando como resultado el pigmento huang biao.”³⁶⁸

El método previamente explicado se muestra en la figura 137. Además de explicar el procedimiento con minerales básicos, también fue el primer libro que recogió la trituration de corales en polvo para hacer pigmento y pasta roja para sellar en China³⁶⁹.

³⁶⁸ ER, Lang, *Detalles de pintura. 繪事瑣言*, vol. 3, p. 77-79. [Consultado el 30-1-2022]. Disponible en: <https://ctext.org/library.pl?if=gb&file=33799&page=77>

³⁶⁹ ER, Lang, *Detalles de pintura. 繪事瑣言*, vol. 8, p. 23. [Consultado el 30-1-2022]. Disponible en: <https://ctext.org/library.pl?if=gb&file=33799&page=77>

En dicho libro, también se describen en detalle los usos del oro, la plata, el aglutinante o el alumbre, entre otros, y recoge un conocimiento profundo de los materiales, lo que lo convierte en un libro muy completo y de referencia en la literatura.

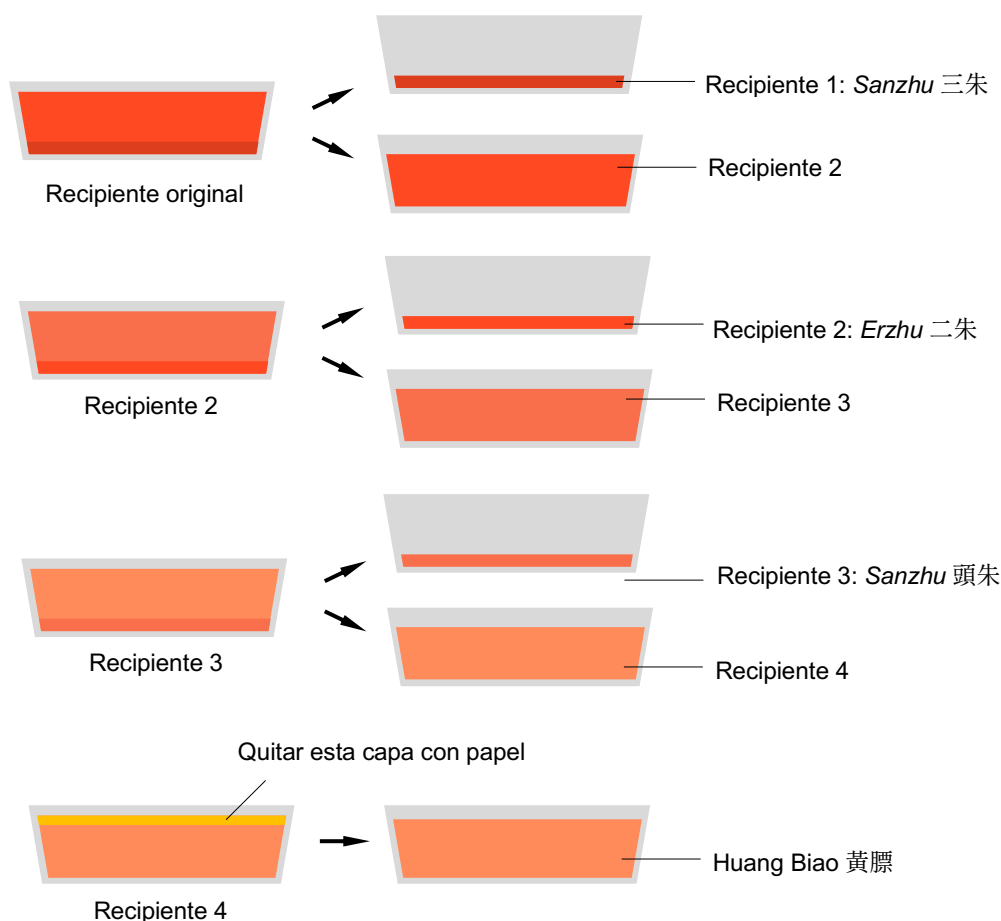


Fig. 137. Producción del cinabrio según el libro *Detalles de pintura*.

3.1.3. Comparativa de la literatura clásica japonesa y china.

Antes del desarrollo de los procesos característicos de la revolución industrial del siglo XIX, en la producción de pigmentos minerales se empleaban herramientas y métodos relativamente sencillos. Estos métodos antiguos todavía se pueden seguir hoy en día, y las herramientas que se utilizaban son fáciles de obtener, especialmente aquellas que una persona utilizaría para producir a pequeña escala y que pueden servir para aquellos pigmentos cuya producción no necesita de equipos mecánicos.

Basándonos en el análisis de la literatura clásica sobre la producción de pigmentos minerales en Japón y China, podemos concluir lo siguiente:

- El proceso de producción de pigmentos de origen mineral en la Antigüedad ya contaba con sistemas de separación de partículas según su tamaño.
- Según las referencias históricas encontradas en la literatura y los registros del comercio de importación y exportación de Japón, la producción de pigmentos minerales tuvo lugar en China antes que en Japón; la posterior propagación del budismo hacia el este hace que se pueda inferir que las principales técnicas japonesas eran originarias de China³⁷⁰.
- En el método para agregar aglutinante al pigmento³⁷¹ descrito por Li Kan y Er Lang, se explica el uso de la gravedad específica del medio para aumentar la flotabilidad del pigmento. Dicho pigmento flota al estar finamente molido, lo que hace que no se mueva en exceso; por su parte, el pigmento más pesado y grueso permanece en la parte inferior, y se puede seguir moliendo. La finalidad de este proceso es evitar una molienda excesiva.
- Japón desarrolló un completo sistema de producción de pigmentos minerales durante el siglo XIX, mientras que en China no se dio el mismo nivel de desarrollo en dicho periodo.
- Japón ha desarrollado un método que utiliza primero un tamiz para separar las partículas de diferentes tamaños y eliminar las impurezas. Después, se utiliza el método de elutriación hidráulica para recoger las partículas más finas³⁷². Este método aún se sigue utilizando durante el proceso de producción, tal como hace Kiya, un fabricante de pigmentos minerales nihonga, de Tokio.
- La clasificación de las partículas en función de su tamaño se regula y registra a partir de la era Showa³⁷³.

³⁷⁰ TSURUTA, Eiichi, *Historia de los pigmentos. 顔料の歴史*. Conferencia de pintura (lección II), 2002. [Consultado el 3-1-2022]. Disponible en: <https://reurl.cc/rQxbOZ>

³⁷¹ LI, Kan, *Zhupu. 竹譜*. The Commercial Press, Taipéi, 1975, p. 19.

³⁷² *Tamaño de partícula de pigmento mineral y el nombre de la edad correspondiente*. [Consultado el 8-1-2022]. Disponible en: https://www.jstage.jst.go.jp/article/kakyoshi/61/8/61_KJ00008826294/_pdf

³⁷³ *Química de pigmento mineral: belleza de las particulares de los pigmentos*. [Consultado el 8-1-2022]. Disponible en: https://www.jstage.jst.go.jp/article/kakyoshi/61/8/61_KJ00008826294/_pdf

3.2. Procesos de obtención de los pigmentos nihonga a partir del siglo XIX.

La característica más importante que comparten los pigmentos nihonga es que presentan al menos 10 tonos de diferentes según el tamaño de las partículas. Existen dos formas principales de obtener esas tonalidades: una consiste en dominar la molienda en partículas finas sin someterlas a una trituración excesiva, y la otra se basa en la separación de las partículas según su tamaño.

En el proceso moderno de producción de pigmentos minerales, se utilizan dos métodos para separar las partículas según su tamaño. Por un lado, según se describe en los manuales antiguos, las partículas se separan mediante la elutriación hidráulica; este método es el que emplean las empresas Houkoudou, de Kioto, y Kiya, de Tokio. El otro método emplea el control automático por ordenador para separar las partículas, y es el que utilizan los fabricantes Nakagawa Gofun Enogu, de Kioto, y Pekín Tian Ya, de China. También existe un tipo de producción que combina ambos métodos. y es el que emplea la empresa Chi Yuan Tang, de Taiwán. La diferencia entre estos métodos radica en los distintos equipos y técnicas que se utilizan para clasificar las partículas de pigmento según su tamaño, mientras que, en otros procedimientos como la trituración o la molienda, la metodología que se sigue es prácticamente idéntica.

Por otra parte, para finalizar el proceso de producción de pigmentos de alta intensidad cromática, que son característicos de la pintura nihonga, la clave es la eliminación de impurezas. Dado que el mineral se obtiene directamente del yacimiento, el entorno de cada depósito es diferente y, por ende, tanto el mineral como las impurezas que contiene también serán distintos. Además, en función de la dureza y la tenacidad de cada mineral, el tamaño de las partículas que se obtienen tras la trituración también varía. Por lo tanto, el método que se utilice también debe variar para ajustarse a las características de cada mineral, a fin de obtener el color más puro posible.

En los próximos apartados, nos centraremos en los procesos de producción de los pigmentos minerales nihonga en las regiones de Japón, Taiwán y China. Además de analizar y comparar sus similitudes y diferencias, también haremos un estudio en profundidad de los detalles de cada paso de dichos procesos.

3.2.1. Fabricación según métodos japoneses.

No existe información detallada sobre el proceso de fabricación de los pigmentos que emplea la empresa Nakagawa Gofun Enogu; no obstante, se sabe que utilizan la elutriación hidráulica como método para clasificar las partículas en función de su tamaño. Dicho proceso se realiza en base a las diferentes velocidades de sedimentación en agua de las diferentes partículas minerales; estas se clasifican por tamaños mediante la aplicación de métodos clásicos de carácter mecánico y manual³⁷⁴.

Por otro lado, el fabricante Houkoudou explica su proceso de producción más en detalle, como se recoge a continuación³⁷⁵:



a. Golpeado del mineral.



b. Triturado del mineral.



c. Recogida desde la trituradora.



d. Colocación en el molino de bolas.

³⁷⁴ *Compromiso con la fabricación*. [Consultado el 2-2-2022]. Disponible en: <http://nakagawa-gofun.co.jp/begin/manufacture.html>

³⁷⁵ Universidad de las Artes de Tokio, Escuela de Graduados en Preservación de Bienes Culturales, Laboratorio de Pintura Japonesa, *Ilustrado, glosario de pintura japonesa*. 図解日本画用語事典. Tokyo Bijutsu, Tokio, 2007, p. 54-55.



e. Volcado en el recipiente.



f. Clasificación por elutriación.



g. Clasificación por elutriación.



h. Frotado de partículas.



i. Eliminación de impurezas.



j. Enjuagado con agua.



k. Repetición de los pasos i y j.



l. Clasificación de los resultados.

Fig. 138. Fabricación de Houkoudou.

- a. Golpear con un martillo para romper el mineral (el mineral que aparece en la imagen a modo de ejemplo es azurita), al mismo tiempo que se eliminan las impurezas para clasificar los ejemplares según su calidad.
- b. Colocar los fragmentos minerales adecuados dentro de la trituradora para convertirlos en pigmento. Después, utilizar el martillo de la máquina para ajustar el mineral a la máquina y hacer que se pueda triturar en partículas lo más finas posible. El tiempo requerido para esta operación se ajustará según la dureza del mineral.
- c. Retirar el polvo obtenido y tamizarlo. Las partículas que se queden en el tamiz deberán triturarse de nuevo.
- d. Meter el polvo en el molino de bolas, que está equipado con bolas de cerámica para molienda. A continuación, agregar agua para poner en marcha el molino; así, las partículas del mineral pueden hacerse más finas.
- e. Después de moler un tiempo, colocar el fluido con partículas minerales en un recipiente de tamaño apropiado y retirar las bolas de cerámica.
- f. Clasificar el tamaño de las partículas de pigmento mineral mediante la elutriación hidráulica.
- g. Repetir el paso anterior hasta que todas las partículas queden separadas según su tamaño.
- h. Numerar y separar las partículas de pigmento en distintas bandejas de cedro según su clasificación por tamaño. Después, frotarlas con las manos para redondear sus bordes afilados. De esta forma, se conseguirá fluidez y no se dañará el pincel al usar el pigmento.
- i. Utilizar la teoría de gravedad específica para eliminar las impurezas. Esto se consigue vertiendo agua en la bandeja de cedro que contiene las partículas al tiempo que se golpea suavemente el borde de dicha bandeja para generar vibraciones, que hacen que las impurezas suban a la superficie. Posteriormente, se pueden retirar las impurezas con cuidado.
- j. Enjuagar con agua.
- k. Repetir los dos últimos pasos hasta eliminar todas las impurezas. Después, depositar las partículas en otra placa y ponerlas en la secadora.

- I. De esta forma, los pigmentos que se obtengan serán más claros u oscuros en función del tamaño de partícula que se haya conseguido.

Kiya es otro fabricante de Tokio que es propiedad de Don Matsushita, que fundó la empresa a principios del siglo XX, en los inicios del periodo Taisho³⁷⁶. Se especializa en todo tipo de materiales de pintura, aunque es más famosa por sus pigmentos. Es la empresa a la que el reconocido pintor Zhang Da Qian (1899 a 1983) solía comprar los materiales para pintar. El método de elaboración de pigmentos minerales de Kiya es el siguiente³⁷⁷:



a. Golpeado del mineral.



b. Triturado del mineral.



c. Molienda en molino de bolas.



d. Tamizado de partículas.



e. Lavado de pigmento.



f. Precipitación de las partículas.

³⁷⁶ Entrevista del fabricante Kiya. [Consultado el 13-2-2022]. Disponible en: <https://reurl.cc/9OnQAV>

³⁷⁷ *Fabricación de Kiya*. [Consultado el 2-2-2022]. Disponible en: <https://reurl.cc/nEvky1>



g. Separación de las partículas.



h. Resultado después de separación.



i. Secado del pigmento.



j. Producto final.

Fig. 139. Fabricación de Kiya.

- a. Golpear el mineral con un martillo de tamaño pequeño y, al mismo tiempo, separar el mineral de sus impurezas.
- b. Colocar el mineral libre de impurezas en la trituradora de impacto y proceder a su trituración.
- c. Colocar el polvo resultante en un molino de bolas, introducir las bolas de cerámica para molienda y agregar agua. Esto se hace para obtener partículas lo más finas posible.
- d. Tamizado: se tamiza primero con una malla del no. 40 (400 μm , 0.4 mm), y luego se tamiza con otras mallas de grano más grande a más pequeño, para filtrar las partículas de diferente tamaño según se muestra en la figura 140. Las que no se han tamizado con la malla del no. 40, se vuelven a meter en el molino de bolas para continuar la molienda.

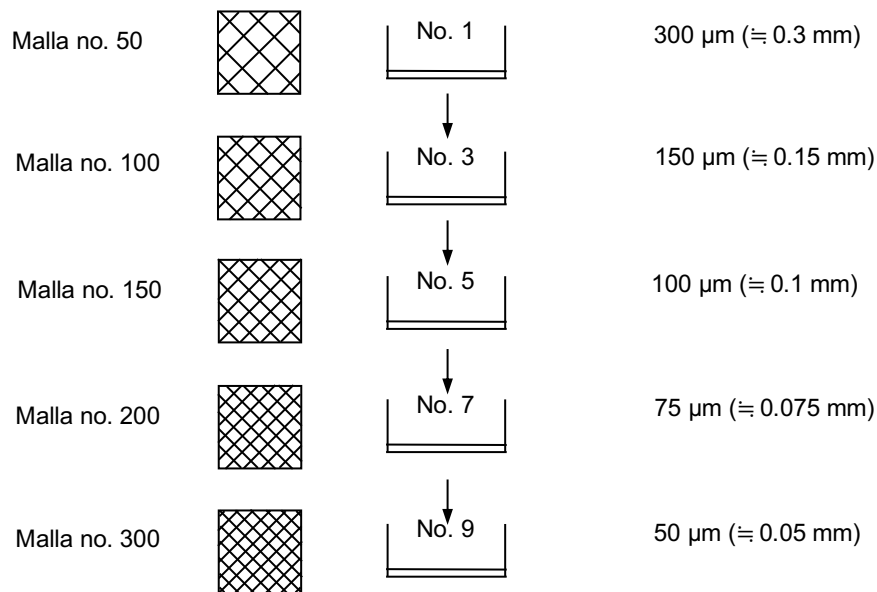


Fig. 140. Tamaño de partículas de los pigmentos minerales Kiya.

- e. Empezar por el tamaño 10 y separar las partículas más finas a través de la elutriación hidráulica. Mientras, se debe verter agua en el fluido con minerales, y removerlo uniformemente para que las impurezas floten.
- f. Después de eliminar las impurezas (se puede repetir el paso anterior si es necesario), volver a verter agua y remover hasta que no queden partículas en el fondo del recipiente. Es necesario esperar a que las partículas minerales se precipiten.
- g. Después de esperar un tiempo, extraer las partículas que aún no se hayan precipitado.
- h. Repetir los dos últimos pasos hasta que sólo queden partículas minerales de tamaño 10 en el recipiente. A continuación, utilizar la elutriación mediante agua para separar las partículas en números más finos: 11, 12, 13, 14, 15, *byaku*. Cuanto más finas sean las partículas, mayor será el tiempo de sedimentación que requieran.
- i. Dejar secar.
- j. Resultados.

3.2.2. Fabricación según el método taiwanés.

Hemos tomado como referencia de la producción de pigmentos minerales nihonga en Taiwán a la empresa Chin Yuan Tang, fundada en 2017. Su procedimiento se explica a continuación³⁷⁸:

- a. Limpiar la superficie de los minerales y, a continuación, utilizar un martillo para romperlos hasta obtener pedazos de un tamaño similar al de una semilla de soja. Si son minerales de gran dureza, hacer unas muescas con la máquina de cortar gemas, y luego colocar un cincel plano o de punta en esas muescas y golpearlo con un martillo. Si la textura del mineral es blanda, ha de romperse con golpes suaves para evitar una trituración excesiva. Además, se puede hacer uso de un alicate diagonal o fórceps de extracción dental (véase fig. 141) para hacer añicos los minerales de menor dureza y eliminar sus impurezas.



Fig. 141. Herramientas para romper los minerales.

- b. Utilizar mallas gruesas del no. 5 (4000 μm , 4 mm), no. 10 (2000 μm , 2 mm) y del no. 20 (841 μm , 0.841 mm) para filtrar tres tamaños distintos del mineral triturado. Si las partículas no pasan la malla, continuar triturando. Los tres tamaños deben lavarse y secarse por separado.

³⁷⁸ TSAI, Chi Yuan, *Investigación sobre la evolución y el uso de pigmentos minerales tomando como ejemplo pintura Nihonga*. TFM dirigido por la profesora Tsuei Yung Shiue y Hu Jr Jia. Facultad de Historia y Artefacto, Universidad de Feng Chia, Taichung, 2017, p. 84 y 94-95.

- c. Utilizar una trituradora de impacto interactivo de alta velocidad para hacer las partículas más pequeñas. En el caso de la producción a gran escala, este paso se realiza con una trituradora de mandíbula.
- d. Después de triturar, tamizar las partículas obtenidas con mallas del no. 30 (595 μm , 0.595 mm), no. 40 (400 μm , 0.4 mm) y no. 50 (297 μm , 0.297 mm), o con mallas más finas del no.60 (250 μm , 0.25 mm), no. 70 (210 μm , 0.21 mm) y no. 80 (177 μm , 0.177 mm).
- e. Lavar por separado las partículas de mineral tamizadas según su tamaño, utilizando para ello un dispositivo concentrador de mesa vibratoria. Emplear una bandeja con un coeficiente de fricción mayor que el de la superficie y un ángulo de elevación de aproximadamente 0 a 5 grados. Añadir una pequeña cantidad de agua y agitar empujando lentamente y tirando rápido. Las impurezas flotarán en la superficie y se concentrarán gradualmente en el borde superior de la bandeja; de este modo, después se podrán retirar con cuidado. Repetir este paso hasta que no aparezcan más impurezas.
- f. Ajustar el tamaño y la cantidad de bolas de cerámica del molino de bolas para, de esta forma, moler los tres tamaños de partículas filtradas y conseguir que sean más finos. Cada grosor de partícula se molerá por separado, no deben mezclarse. Cuando la mezcla de fluido y partículas de mineral tenga una consistencia viscosa, continuar con el siguiente paso.
- g. Utilizar un separador magnético o un imán para eliminar el contenido de hierro de los minerales.
- h. Utilizar el tamizador para separar las partículas más gruesas. Después, separar las partículas más finas con el método de elutriación por agua.
- i. Repetir el paso anterior. Cuanto más finas sean las partículas, menores serán la amplitud, la velocidad y el coeficiente de fricción de la bandeja.
- j. El número *byaku* se asigna a las partículas más finas, que a su vez se divide en *byaku 1*, *byaku 2* y *byaku 3*. El método para conseguir partículas aún más finas es el mismo que se ha explicado anteriormente. A continuación, montar una canaleta (o caja de esclusas) con la parte irregular de cara a la corriente, y dividir en tres secciones. Cuando la mezcla de fluido y mineral fluya hacia abajo, las partículas se separarán automáticamente en tres tamaños. Después, colocar las partículas en su respectiva bandeja según tamaño y lavarlas. El

proceso de lavado de las impurezas es diferente al del paso (e), dado que las partículas minerales son muy finas (entre 10 μm y 3 μm). Por este motivo, el nivel de agua en la bandeja debe ser bajo para poder hacer que las impurezas floten al agitar la bandeja suavemente y así poder retirarlas del borde de la bandeja.

k. Secar y empaquetar.

3.2.3. Fabricación según el método chino.

En 1998, el pintor Wang Xiong Fei fundó el Instituto Tianya de Investigación de la Pintura con Colores Intensos en Pekín, cuyo objetivo es posibilitar que los pintores chinos dominen tanto los materiales y técnicas de la pintura tradicional, que se han ido perdiendo a lo largo de los años, como los nuevos materiales de la pintura con colores intensos y las técnicas expresivas de todo el mundo³⁷⁹. A su vez, esta institución enseña la tecnología de producción de pigmentos nihonga y promueve activamente la utilización de pigmentos minerales. El proceso de fabricación que se utiliza en este instituto es el siguiente³⁸⁰:



a. Golpeado y primera separación del mineral.



b. Golpeado al detalle.

³⁷⁹ KAO, Yung Lung, *Ir a la deriva: Discurso creativo sobre las pinturas de colores intensos de Kao Yung Lung*. Tesis doctoral dirigido por los profesores Lin Chang De y Zhan Qian Yu, Facultad de Bellas Artes, Universidad Nacional Normal de Taiwán, Taipéi, 2012, p. 26-27.

³⁸⁰ WANG, Xiong Fei y YU, Lu Kui, *Manual de color mineral. 礦物色使用手冊*. People's Fine Arts Publishing House, Pekín, 2013, p. 30.



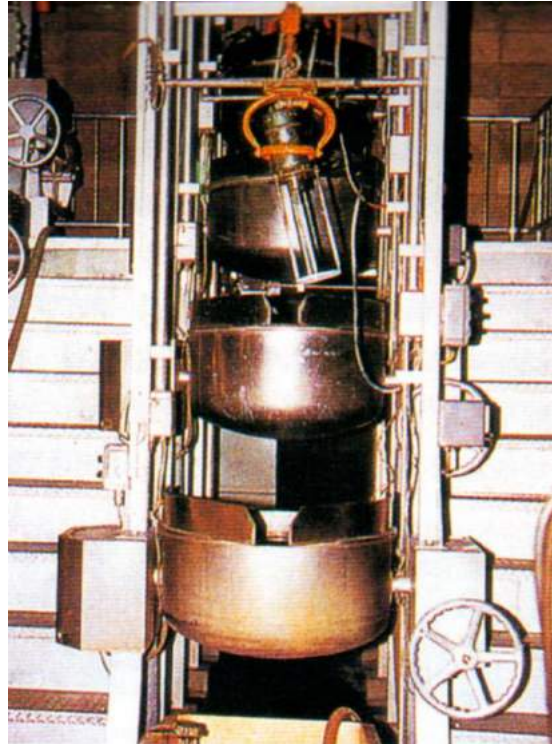
c. Trituración minuciosa.



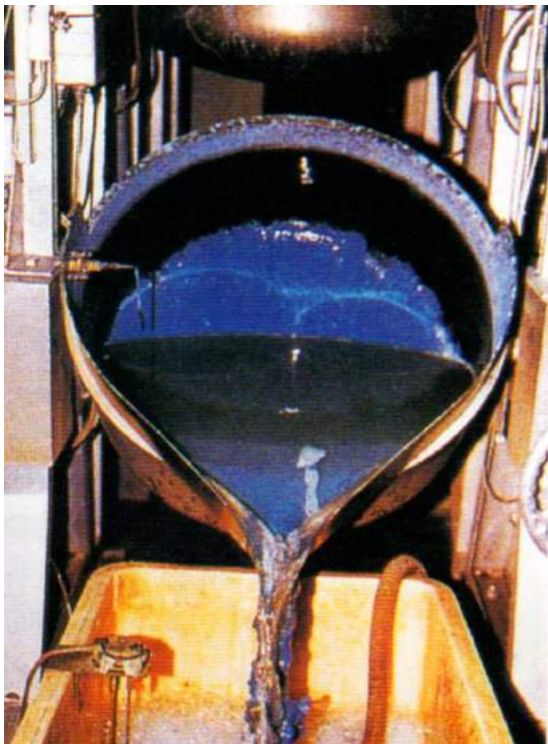
d. Tamizado de partículas.



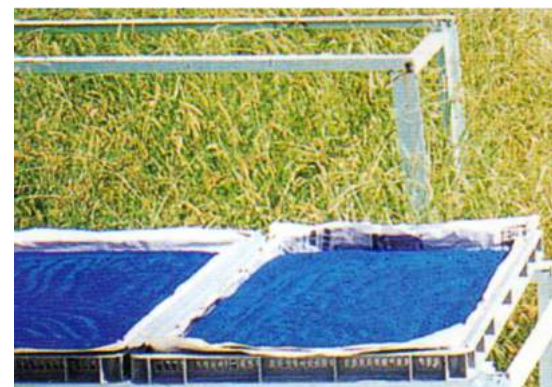
e. Mezcla del pigmento con agua.



f. Clasificación con máquina.



g. Clasificación por elutriación con máquina.



h. Secado del pigmento.



i. Empaquetado del resultado.

Fig. 142. Fabricación de Pekín Tianya.

- a. Triturar el mineral y, a continuación, clasificarlo según su calidad.
- b. Eliminar las impurezas.
- c. Continuar triturando los minerales que previamente se han separado en diferentes tamaños para realizar una clasificación de segundo grado.
- d. Colocar el mineral finamente triturado en el tamizador para cribar en seco, y separar las partículas según su tamaño y número.
- e. Verter el polvo del mineral en la mezcladora, agregar agua y mezclar.
- f. Utilizar el programa de control del proceso de clasificación de las partículas en función de su tamaño.
- g. A continuación, verter agua en la superficie para que se precipiten las partículas minerales.
- h. Secar al sol los pigmentos minerales.
- i. Empaquetar.

3.2.4. Proceso de la producción de pigmentos minerales.

Si analizamos los procedimientos de obtención de pigmentos minerales en Japón, Taiwán y China, podemos ver que el volumen de producción de las empresas Houkoudou y Kiya es relativamente pequeño, y el producto final es refinado. Salvo en las etapas de trituración y molienda de los minerales, estos fabricantes no dependen mucho de maquinaria, ya que tienen amplia experiencia y muchos conocimientos sobre las técnicas a emplear y esto les permite ajustar el procedimiento al detalle. Por ejemplo, uno de los pasos del proceso de producción de Houkoudou consiste en frotar las partículas minerales sobre una superficie plana después de calificarlas según su grosor. Este método no se ha encontrado ni en libros antiguos, ni en los procedimientos de otros fabricantes. Se podría tratar de un tipo de procedimiento único y característico de esta empresa. Según el tiempo que se frote con las manos, el pigmento sometido a humedad parecerá un líquido blanco y turbio. Este proceso hace que las partículas se redondeen, que su tamaño sea más consistente y que, por tanto, se puedan eliminar las impurezas de su superficie, lo que hace que el pigmento sea más limpio y la saturación del color sea mayor³⁸¹.

El fabricante taiwanés Chi Yuan Tang, desde la trituración inicial con martillo hasta la etapa de trituración de impacto, tamiza varias veces para separar las partículas por tamaños y limpiar las impurezas, respectivamente. Su método consiste en lavar las partículas minerales otras partículas de tamaño similar para evitar las que sean más pequeñas; de esta forma, separar las impurezas resulta sencillo gracias a la gravedad específica. Así también se evita el problema del exceso de trituración con el molino de bolas.

Por otra parte, los métodos de producción de los fabricantes Nakagawa Gofun Enogu y Pekín Tianya se basan, sobre todo, en equipos mecánicos controlados por ordenador.

Los métodos utilizados en la etapa de trituración inicial son prácticamente los mismos en todas las empresas. Primero, el mineral se tritura con la ayuda de un martillo hasta obtener el tamaño apropiado y, al tiempo, se separa el mineral apto para pigmento de las impurezas. Según características como la dureza, la exfoliación o la tenacidad, cada mineral debe procesarse con diferentes métodos y herramientas, como el método para obtener pigmento de minerales de mayor o menos dureza. En todo caso,

³⁸¹ Descrito por la profesora Li Zhen Hui de la Universidad de Tunghai en la asignatura de Pintura de Minerales y Aglutinantes en 2015.

es necesario conocer la finalidad de cada herramienta ya que, por ejemplo, la exfoliación no se puede realizar con una máquina de cortar gemas. Así también se evita dañar la máquina. Los minerales más blandos, como el rejalgar, tienen una dureza de entre 1.5 a 2, y se pueden romper en pequeños pedazos con unos alicates. Sin embargo, los minerales de la pintura nihonga se producen principalmente en pequeñas cantidades y con diversas características, por lo que es difícil utilizar una trituradora para proyectos a gran escala. Además, algunos minerales tienen un alto poder de cobertura una vez molidos, por lo que es fácil que se queden adheridos a la máquina y sean difíciles de limpiar. Por lo tanto, escoger una trituradora de impacto adecuada para elaborar pigmentos minerales, se deben tener en cuenta factores como su eficiencia, su nivel de contaminación, su seguridad, sus tasas de pérdida de piezas, su número de fallos o si es fácil de limpiar, entre otros. El factor clave es la dureza del mineral, tal y como lo explica Tsai Chi Yuan:

“Cuando la dureza del mineral alcanza 6 puntos o más, es una gran carga para cualquier máquina. Además, el material de la máquina es de acero y su dureza es 5.5, incluso el acero de tungsteno con un tratamiento especial sólo puede alcanzar alrededor de 5.8. Si se utiliza para triturar minerales con una dureza superior a la suya, la pérdida de la máquina será bastante grave.”³⁸²

Cuando este problema surge durante la producción de pigmentos, la solución es triturar el mineral hasta obtener las partículas más pequeñas en la fase de trituración manual y así reducir su tenacidad, lo que, a su vez, puede reducir en gran medida el desgaste de la máquina.

El molino de bolas, una de las herramientas estándares para la producción de pigmentos minerales, se inventó tras e la Revolución Industrial del S. XIX. En él se pueden moler minerales tanto húmedos como secos. Sin embargo, debido a que durante el funcionamiento en seco se general polvo y a que algunos minerales contienen sustancias tóxicas, los fabricantes prefieren utilizar minerales húmedos. El cuerpo del molino de bolas es cilíndrico y se coloca en posición horizontal. En este cilindro se introducen el mineral, el agua y el medio de molienda (generalmente, bolas de molienda). Durante la operación, cuando las bolas de molienda que están dentro del cilindro giran a una velocidad apropiada, se elevan a cierta altura y luego caen por la acción de la fuerza de gravedad, lo que provoca que golpeen las partículas del mineral y las rompan, como se muestra en la figura 143. Al mismo tiempo, las

³⁸² TSAI, Chi Yuan, *Investigación sobre la evolución y el uso de pigmentos minerales tomando como ejemplo pintura Nihonga*. TFM dirigido por la profesora Tsuei Yung Shiue y Hu Jr Jia. Facultad de historia y artefacto, Universidad de Feng Chia, Taichung, 2017, p. 87.

partículas también se friccionan entre ellas. Así, después de la acción continua de los golpes y la fricción, se obtienen unas partículas minerales muy finas, a escala nanométrica. La velocidad de rotación del molino de bolas es una de las claves para conseguir este resultado. Si la velocidad de rotación es demasiado rápida, las partículas y las bolas de molienda se adherirán a las paredes del cilindro por un exceso de fuerza centrífuga excesiva, y no habrá choques ni fricciones entre ellas. Si la velocidad de rotación es demasiado lenta y la fuerza centrífuga es pequeña, las partículas minerales y las bolas de molienda rodarán al fondo del cilindro y el efecto de la trituración será limitado, como se puede ver en la figura 144. Por lo tanto, es necesario comprobar continuamente la velocidad de rotación ideal durante la operación. El tiempo de molienda que se requiere varía según la dureza del mineral, la concentración del mineral en el fluido, y también según la cantidad de bolas de cerámica que se utilicen y sus especificaciones. Durante la rotación, es posible abrir el molino de bolas para inspeccionarlo a intervalos regulares, y también retirar, el fluido con minerales de forma manual. Cuando se obtiene un textura suave y fluida, esta fase del proceso se da por finalizada.

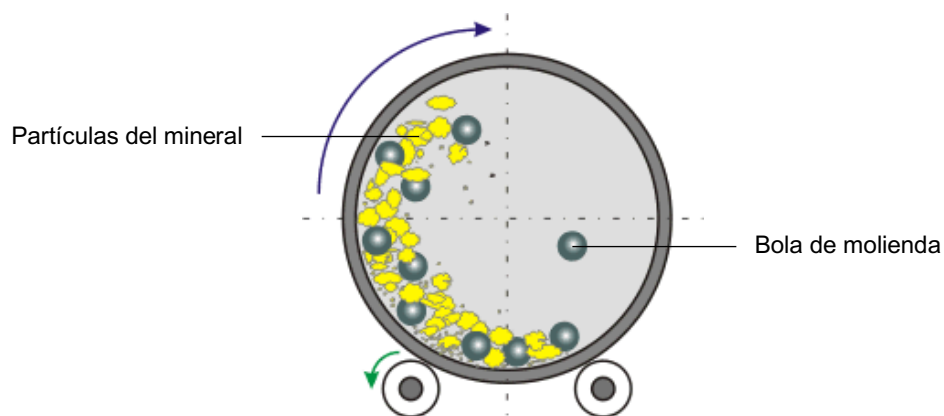


Fig. 143. Molino de bolas.

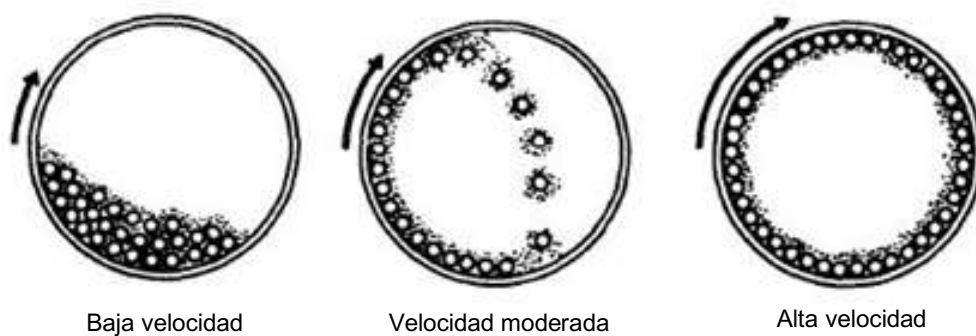


Fig. 144. Tres posiciones de las bolas de molienda y del mineral al utilizar el molino de bolas a diferentes velocidades de rotación.

Además de las propiedades de los minerales, otros factores fundamentales que influyen en la eficiencia de la molienda son el tipo de material, el tamaño y la cantidad de las bolas de molienda. El diámetro de bola más adecuado para hacer pigmentos es de entre 10 y 30 mm³⁸³. Las bolas más grandes pueden triturar con más eficacia los minerales de gran dureza, como el jaspe, o los de gran tenacidad, como el cuarzo. Cuanto más pequeñas sean las bolas utilizadas, menor será el tamaño final de las partículas. Las bolas de molienda deben ser de un material más duro que el mineral, a fin de evitar la fricción entre la bola de molienda y las partículas del mineral durante el proceso, lo que conlleva un mayor desgaste de las bolas de molienda se desgaste y, también, mayor cantidad de polvo producto del desgaste de las bolas que contaminará el fluido mineral. Asimismo, la dureza de las bolas no debe ser excesiva para evitar la abrasión de las paredes internas del cilindro. Las bolas de molienda más comunes que se utilizan para moler pigmentos están hechas de zirconia o alúmina. No obstante, la dureza y la tenacidad de la zirconia son mayores que las de la alúmina, y el efecto de molienda es mejor³⁸⁴. Además, el número de bolas necesarias suele ser la mitad de la capacidad del molino de bolas, ya que un exceso de bolas o su escasez harán que la eficiencia de la molienda sea limitada³⁸⁵.

En este proceso de molienda, ya sea con el martillo, con la trituradora de impacto o con el molino de bolas, es común que haya un problema de trituración excesiva. Esto quiere decir que las partículas obtenidas son demasiado finas, y no hay muchos niveles entre el no. 5 y el no. 10. Este suceso provoca un desajuste en el sistema de clasificación característico de los pigmentos minerales nihonga. La mayoría de los problemas de exceso de trituración se darán con minerales de poca dureza o de bajo grado de tenacidad.

Tal y como explica Wang Gai (desconocido), de la dinastía Qing, en su libro *Una breve introducción a la teoría de la pintura*:

*“Muela ligeramente, no demasiado fuerte, se convertirá en un polvo de color azul claro.”*³⁸⁶

³⁸³ TSAI, Chi Yuan, *Investigación sobre la evolución y el uso de pigmentos minerales tomando como ejemplo pintura Nihonga*. TFM dirigido por la profesora Tsuei Yung Shiue y Hu Jr Jia. Facultad de Historia y Artefacto, Universidad de Feng Chia, Taichung, 2017, p. 87.

³⁸⁴ ZHU, Zhang Xiao, *Materiales de ingeniería*. 工程材料. Tsinghua University Press, Pekín, 2001, p. 273.

³⁸⁵ TSAI, Chi Yuan, *Investigación sobre la evolución y el uso de pigmentos minerales tomando como ejemplo pintura Nihonga*. TFM dirigido por la profesora Tsuei Yung Shiue y Hu Jr Jia. Facultad de historia y artefacto, Universidad de Feng Chia, Taichung, 2017, p. 88.

³⁸⁶ JIANG, Xuan Yi, *Historia de los materiales de pintura chinos*. 中國繪畫材料史. Shanghai Shuhua Press, 1986, p. 135.

Si los minerales se refinan en exceso, el color resultante será de un tono blancuzco y no será tan brillante como el de las partículas más gruesas. Cuanta más experiencia se tenga, mayor será la capacidad de evitar el exceso de trituración. Otra solución a este problema puede encontrarse en la descripción del procedimiento que sigue el fabricante taiwanés Chi Yuan Tang. En esta empresa, después de utilizar la trituradora de impacto, comienza el tamizado y elimina las impurezas con eficacia gracias a la molienda en un molino de bolas. El tiempo de molienda de las partículas más gruesas puede ser más largo, mientras el tiempo de molienda es más corto si las partículas son finas. Por lo tanto, en esta etapa se hace más sencillo controlar el tiempo de molienda.

Por otro lado, algunos minerales de dureza extremadamente baja, como el rejalgar, el oropimente, etc., son más fáciles de moler que los minerales de mayor dureza (excepto aquellos de poca dureza y alto grado de tenacidad), a pesar de ser más proclives a que triturarse en exceso. el fabricante Chi Yuan Tang explica así este método:

“Sin aplicación de la trituradora de impacto, el mineral se puede moler fácilmente aplastándolo con una botella de vidrio sobre una tabla. Para tamizarlo, es mejor tamizar varios tamaños de partículas diferentes, y ponerlos en el molino de bolas por separado. Durante la operación del molino de bolas, debe sacarse el mineral y tamizarse con mucha frecuencia, aproximadamente cada veinte minutos. Las partículas muy finas no son necesarias en este punto, se pueden procesar directamente con el tamizador.”³⁸⁷

Además, podemos encontrar que, en el procedimiento de cada fabricante, los pasos del proceso de eliminación de impurezas coinciden con los objetivos del procesamiento de minerales. Al igual que los conceptos físicos y químicos básicos de los minerales que introdujimos en el capítulo anterior, la ingeniería de procesamiento de minerales se basa en dichos fundamentos. Debido a las diferencias en las propiedades físicas y químicas de los minerales, se utilizan diferentes herramientas para separar las partículas útiles y extraer su elemento más puro³⁸⁸, lo que también es uno de los objetivos de la producción de pigmentos.

El método de procesamiento de los minerales se puede dividir en dos categorías: una es de base física, como la separación por gravedad, la separación magnética p la

³⁸⁷ TSAI, Chi Yuan, *Investigación sobre la evolución y el uso de pigmentos minerales tomando como ejemplo pintura Nihonga*. TFM dirigido por la profesora Tsuei Yung Shiue y Hu Jr Jia. Facultad de Historia y Artefacto, Universidad de Feng Chia, Taichung, 2017, p. 86.

³⁸⁸ YU, Chun Mei y WEN, Hong Jun, *Teoría y tecnología de procesamiento de minerales*. 選礦原理與工藝. Metallurgical Industry Press, Pekín, 2013, p.1.

medición del tamaño de las partículas, entre otras; la otra categoría tiene base química, como por ejemplo el proceso de flotación, de tostado, etc.³⁸⁹. Los métodos más utilizados son los siguientes:

1. Flotación: es un método para separar minerales dentro de una máquina de flotación, añadiendo para ello reactivos apropiados según la mojabilidad de la superficie del mineral³⁹⁰. Tiene una amplia gama de aplicaciones, y se puede utilizar para procesar la gran mayoría de los minerales.
2. Separación magnética: es un método de separación en función de las diferentes propiedades magnéticas de los minerales. Se utiliza principalmente para procesar minerales negros y minerales de metales raros³⁹¹.
3. Separación por gravedad: es un método para lograr la separación de los minerales según sus diferentes velocidades y trayectorias de movimiento en diferentes densidades del medio (agua, aire o medios densos). Se utiliza mucho para clasificar tungsteno, estaño, oro, hierro y manganeso, entre otros minerales. También se suele utilizar para separar los minerales de metales raros y los minerales no metálicos³⁹².

En el proceso de flotación es el único en el que se utilizan productos químicos. Si se escoge este método para elaborar pigmentos minerales, surgirán problemas de mantenimiento como la acumulación de residuos, por lo que no se considera adecuado para esta tarea. La separación magnética se puede utilizar para eliminar el contenido de hierro de las partículas minerales, evitando así la decoloración al aplicar la pintura. Lo más importante en la producción de pigmentos minerales es utilizar el conocimiento de las herramientas y los métodos de separación por gravedad para eliminar las impurezas, y aplicar el método de elutriación hidráulica.

La dificultad a la hora de separar los minerales se puede determinar por las diferencias en densidad³⁹³:

³⁸⁹ NIU, Fu Shen, et al., *Conocimiento de procesamiento de minerales. 600 preguntas. 知識選礦600問*. Metallurgical Industry Press, Pekín, 2008, p. 9.

³⁹⁰ ZHU, Wen Tao, *Química y física. 物理化學*. Tsinghua University Press, Pekín, 1995, p. 148.

³⁹¹ Instituto de Tecnología del Noreste, *Conocimiento del procesamiento de minerales. 選礦知識*. Metallurgical Industry Press, Pekín, 1974, p. 98.

³⁹² YU, Chun Mei y WEN, Hong Jun, *Teoría y tecnología del procesamiento de minerales. 選礦原理與工藝*. Metallurgical Industry Press, Pekín, 2013, p.1.

³⁹³ ZHANG, Zhi Min, *Tecnología del beneficio por gravedad. 重力選礦技術*. Metallurgical Industry Press, Pekín, 2013, p.1.

$$E = \frac{\delta_2 - \rho}{\delta_1 - \rho}$$

E - sistema de evaluación de la selectividad del mineral.

δ_1 - densidad de materia ligera.

δ_2 - densidad de materia densa.

ρ - densidad media.

Las opciones para separar minerales se pueden dividir en cinco grados según el valor E , tal y como se muestra en la siguiente tabla³⁹⁴:

E	> 2.5	2.5 - 1.75	1.75 - 1.5	1.5 - 1.25	< 1.25
Dificultad de separación por gravedad	Muy fácil	Fácil	Medio	Difícil	Muy difícil

Tabla 13. Dificultad de separación según la densidad.

Este sistema de evaluación muestra que, cuanto mayor es la diferencia en la gravedad específica, más fácil es separar diferentes sustancias, como el platino, el oro, la plata o el cobre. En función de los diferentes métodos de procesamiento de las partículas del mineral, de los medios y de la maquinaria disponible, podemos distinguir varias fases en el proceso de separación por gravedad: lavado, clasificación organización según densidad media, uso del concentrador de mesa vibratoria, uso de rampa, centrifugación, etc. Cada método de separación se adecúa a un tamaño de partícula en concreto y a un rango de gravedad específica. El tamaño de las partículas de pigmentos minerales es demasiado pequeño para el rango de aplicación de estos métodos y herramientas. Por ejemplo, el rango de tamaño de partícula adecuado para utilizar el concentrador de mesa vibratoria es de 3 a 0.074 mm. Esta herramienta solo se utiliza con partículas grandes, como los no. 1 y no. 3 del fabricante Kiya y el no. 5 de otros fabricantes; esto no concuerda con las consideraciones en torno a la eficiencia y los costes. Por lo tanto, la producción de pigmentos minerales permite que la separación por gravedad se lleve a cabo con herramientas más sencillas.

En base al análisis de los métodos de producción descritos en los manuales antiguos y de la teoría sobre los métodos modernos, podemos constatar que estas técnicas ya

³⁹⁴ ZHANG, Zhi Min, *Tecnología del beneficio por gravedad*. 重力選礦技術. Metallurgical Industry Press, Pekín, 2013, p.1.

se habían aplicado de forma independiente en la producción tradicional de pigmentos minerales, tal y como detallamos en la siguiente tabla:

Separación por gravedad	Teoría	Fabricación de los pigmentos minerales
Lavado	Es un proceso para tratar minerales adheridos a la arcilla o que contienen mucho barro. La arcilla se separa del mineral remojándolo, enjuagándolo y removiéndolo en agua. ³⁹⁵	En la etapa inicial del lavado de minerales, se eliminan la arcilla, el lodo y otras impurezas.
Clasificación	En función de la procedencia del mineral, del tamaño y la forma de sus partículas, y de la resistencia del medio, la velocidad de sedimentación va a ser distinta ³⁹⁶ . Basándose en este principio, se pueden separar las partículas en diferentes tamaños.	Todos los fabricantes de pigmentos nihonga utilizan el método de elutriación. Las partículas se separan según las distintas velocidades de sedimentación en agua.
Organización según densidad media	El procedimiento de separación por gravedad se realiza en un medio específico. Cuando la densidad del medio utilizado es mayor que la densidad del agua (100kg/m ³), se habla de densidad media.	En los documentos chinos antiguos, como el libro <i>Zhupu</i> de Li Kan o el de <i>Detalles de pintura</i> de Er Lang, se menciona el paso de agregar aglutinante, es decir, de aumentar la densidad media.
Mesa vibratoria	Es uno de los métodos de separación por gravedad más utilizados ³⁹⁷ . A través de la acción simultánea de la agitación mecánica y del lavado con agua, las partículas del mineral se van separando según su gravedad. A menudo se utiliza para obtener el concentrado final y también para manejar las partículas finas con mayor eficacia ³⁹⁸ .	Como en el paso (i) del procedimiento del fabricante Houkoudou, se vierte agua sobre una bandeja de cedro y se golpea el borde de la bandeja. Las impurezas se separan de las partículas minerales gracias a las diferencias en densidad. Es un procedimiento similar a la función de la mesa vibratoria.

Tabla 14. Comparación de pigmentos minerales aplicando la teoría de separación por gravedad.

³⁹⁵ ZHANG, Zhi Min, *Tecnología del beneficio por gravedad*. 重力選礦技術. Metallurgical Industry Press, Pekín, 2013, p. 31.

³⁹⁶ NIU, Fu Shen, et al., *Conocimiento del procesamiento de minerales. 600 preguntas*. 知識選礦600問. Metallurgical Industry Press, Pekín, 2008, p. 77.

³⁹⁷ YU, Chun Mei y WEN, Hong Jun, *Teoría y tecnología del procesamiento de minerales*. 選礦原理與工藝. Metallurgical Industry Press, Pekín, 2013, p. 26.

³⁹⁸ NIU, Fu Shen, et al., *Conocimiento del procesamiento de minerales. 600 preguntas*. 知識選礦600問. Metallurgical Industry Press, Pekín, 2008, p. 80.

En el paso de clasificar las partículas minerales según su tamaño, los fabricantes utilizan principalmente el método de elutriación hidráulica junto con el tamizador. El primero realiza una clasificación gravimétrica y el segundo permite una clasificación dimensional. Por ejemplo, los fabricantes Chi Yuan Tang y Pekín Tianya utilizan máquinas para agitar el tamiz al principio del proceso, y después terminan la clasificación con la elutriación por agua. El fabricante Kiyá realiza ambos procesos de forma manual, y Houkoudou utiliza directamente el método de elutriación. Ambos tienen sus propios rangos adecuados.

Aunque el método de agitar el tamiz es sencillo, la separación de partículas según su tamaño es clara, aunque es necesario agregar agua aparte para eliminar las impurezas. Este método también dificulta que los particulares de pigmento que menos pesan atraviesen la malla durante el refinado. Por lo tanto, se dificulta la distinción de los números de menor tamaño. Por otra parte, cuando se trata de partículas de mineral más gruesas, es difícil controlar con precisión su tiempo de sedimentación durante la elutriación hidráulica debido a su gran peso y a su corto tiempo de sedimentación. Por consiguiente, la forma ideal de separar las partículas de mineral gruesas es tamizarlas primero y, a continuación, someterlas a la elutriación por agua.

Como ya se ha comentado previamente, el método de elutriación hidráulica consiste en separar las partículas según su tamaño en base a su velocidad de sedimentación en el medio fluido. La inclinación vertical durante este proceso es la forma más común de realizar la separación por gravedad. Las partículas de mineral tienen diferentes velocidades de sedimentación en un determinado medio debido a su diferente densidad, tamaño y forma³⁹⁹. Las diferencias en la flotabilidad en el medio se traducirán en diferencias en la resistencia de dicho medio, lo que también afectará a la gravedad de las partículas. Estos fenómenos se ilustran en la figura 145.

³⁹⁹ Instituto de Tecnología del Noreste, *Conocimiento del procesamiento de minerales*. 選礦知識. Metallurgical Industry Press, Pekín, 1974, p. 37.

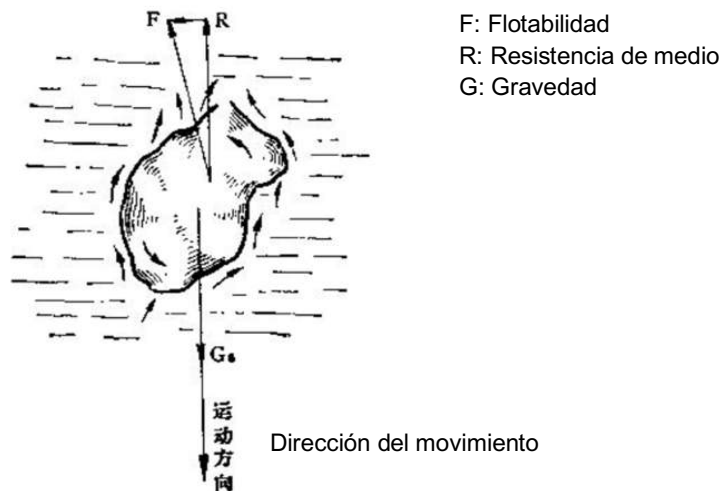


Fig. 145. Fuerzas que actúan sobre las partículas.

Los pigmentos minerales nihonga son pequeños, con un tamaño aproximado de entre 145 μm y 5 μm . Con las partículas minerales esféricas, se puede aplicar la ley de Stokes, cuya fórmula es la siguiente⁴⁰⁰:

$$v = \frac{d^2 (\rho_p - \rho_f)g}{18\mu}$$

v - velocidad de flotación (cm/seg)

d - diámetro de las partículas sólidas (cm)

μ - viscosidad del fluido

g - aceleración de la fuerza gravitacional de la tierra (980 cm/s^2)

ρ_p - densidad de las partículas sólidas (g/cm^2)

ρ_f - densidad del líquido (g/cm^2)

A partir de esta fórmula, podemos deducir que la velocidad de flotación es proporcional al tamaño del diámetro de las partículas minerales; por consiguiente, cuanto más grandes sean las partículas, mayor será la velocidad de sedimentación. También podemos calcular el tiempo de sedimentación aproximado que se requiere para separar las partículas minerales de cierto rango de tamaños.

Después, se lleva a cabo el procedimiento de elutriación hidráulica, que detallamos a continuación:

⁴⁰⁰ ZHANG, Zhi Min, *Tecnología del beneficio por gravedad. 重力選礦技術*. Metallurgical Industry Press, Pekín, 2013, p. 11.

- a. Agregar agua y remover hasta que dejen de precipitarse partículas al fondo del primer recipiente.
- b. Después de la precipitación, verter el agua con las partículas que no se hayan precipitado previamente en otro recipiente.
- c. Si se detectan impurezas durante la precipitación, eliminar dichas impurezas primero
- d. Repetir el paso a y paso b con el segundo recipiente. El fluido resultante deberá reposar el tiempo necesario; este se puede calcular aplicando la ley de Stokes.
- e. Repetir el paso a y paso b para clasificar las partículas de diferentes tamaños según sus diferencias en el tiempo de reposo.

Las claves del método de elutriación hidráulica son: debe repetirse muchas veces, no se clasifican partículas de diferentes tamaños a la vez y cada recipiente debe someterse al paso a y paso b unas 10 veces, e incluso más. Asimismo, el tiempo de reposo debe ser el mismo para cada recipiente; de lo contrario, habrá diferencias en el tamaño de las partículas minerales que se encuentren en un mismo recipiente. Además, el nivel del agua de cada contenedor debe ser el mismo. Tanto la gravedad específica y el tamaño de las partículas, como la forma irregular, la superficie rugosa y la superficie relativa de las partículas influirán en la velocidad de sedimentación; por este motivo, estas variables deben tenerse en cuenta para ajustar el tiempo de reposo. Por otro lado, las partículas finas se pueden observar a través de un microscopio después de triturarse y clasificarse según sus distintas formas (laminar, esférica, en bloque angular, etc.), que son producto de la exfoliación y de las diferencias en la estructura cristalina de los minerales.

El grado en que la forma de la partícula mineral se desvía de la forma esférica se puede calcular en base a la relación entre la superficie de una esfera del mismo volumen y la superficie de la partícula del mineral. Esto es el denominado factor de esfericidad, que aparece expresado por Φ en la siguiente fórmula⁴⁰¹:

⁴⁰¹ ZHANG, Zhi Min, *Tecnología del beneficio por gravedad*. 重力選礦技術. Metallurgical Industry Press, Pekín, 2013, p. 13.

$$\Phi = \frac{S_s}{S_p}$$

S_s - superficie de una esfera del mismo volumen.

S_p - superficie de partículas no esféricas.

Forma de partícula	Esférica	Redondeada	Bloque angularo	Prisma	Laminar
Φ	1.0	1.0 – 0.8	0.8 – 0.65	0.65 – 0.5	< 0,5

Tabla 15. Relación entre la forma de las partículas de un mineral y el factor de esfericidad.

Cuanto menor sea el valor de Φ , más irregular será la forma de las partículas del mineral. De acuerdo con el factor de esfericidad, es necesario ajustar adecuadamente el tiempo de sedimentación de las partículas durante el proceso de elutriación hidráulica. Por ejemplo, las partículas de mica son de forma laminar, su factor de esfericidad es de 0.5. Por lo tanto, después de calcular el tiempo de sedimentación en función de su gravedad específica, dicho tiempo debe dividirse por 0.5 para obtener el tiempo de sedimentación más apropiado. Como ya se ha descrito en el capítulo 2, el lugar de formación de los minerales y sus estructuras son diferentes; por tanto, este método no se puede utilizar basándose solo en estas fórmulas: la experiencia del operador también será un factor decisivo para lograr una clasificación numérica más precisa.

3.3. Fabricación de pigmentos a partir de materiales metálicos.

En la pintura nihonga, el oro y la plata han sido los metales más utilizados desde la Antigüedad. Las técnicas de la Escuela de Pintura Kano influyeron profundamente en la tendencia de este estilo de pintura, así como también en el desarrollo artesanal del pan de oro y del polvo de oro. El proceso de producción del pan de oro, que tradicionalmente ha sido artesanal, cambió mucho con la posterior introducción de maquinaria tras la Revolución Industrial occidental. Los artesanos del pan de oro mejoraron la maquinaria de fabricación en Alemania⁴⁰², lo que promovió la

⁴⁰² Sociedad de preservación de tecnología tradicional de pan de oro de Kanazawa. [Consultado el 28-11-2021]. Disponible en: <https://entsukegoldleaf.jp/>

mecanización de la producción y elevó el pan de oro japonés a otro nivel al obtener un grosor extraordinariamente fino. Esta misma maquinaria se sigue utilizando hoy en día.

Además del pan de oro y de plata, los fabricantes japoneses utilizan el método de producción del pan de oro para hacer láminas de aleación de metales, como el cobre, el zinc, etc., que se mezclan en diferentes proporciones. De este modo, ya no hay láminas metálicas disponibles solo en color oro, sino que también se producen en tonos cálidos o fríos. Además, basándose en las propiedades químicas de los metales y en la investigación sobre recubrimientos químicos, se han desarrollado varios tipos de láminas tanto de un único tono como estampadas, lo que aumenta su diversidad.

3.3.1. Obtención de pigmentos minerales metálicos.

Los métodos para hacer el oro y la plata molidos en las pinturas japonesas son bastante similares a los que se aplican en Occidente. La mayor diferencia entre ambos estilos radica en las herramientas que se utilizan. Para la fabricación de estos polvos que se utilizan en nihonga, primero se tritura el pan de oro o de plata en pequeños trozos, que se pulverizan y se mezclan con un pegamento derretido. Así, se transforman en polvo, un estado que recibe distintos nombres (véase fig. 146): *kinkeshi* (en japonés, 金消) y *ginkeshi* (en japonés, 銀消) o *kindei* (en japonés, 金泥) y *gindei* (en japonés, 銀泥) Después, se lava con grandes cantidades de agua para eliminar el pegamento, y se seca. Este paso se repite hasta que el aglutinante haya desaparecido por completo. De este modo, al final se obtiene un polvo de oro o de plata precioso, delicado y suave. Además, existen polvos que se fabrican con láminas negras, y con aleación de oro y plata.



oro molido



plata molida



Aleación de oro molido
(75.534% oro y 24.466% plata)



Plata oxidada molida

Fig. 146. Pigmentos minerales metálicos.

3.3.2. Pan de oro.

El proceso de elaboración de metales en lámina es casi idéntico en los países orientales y occidentales. A continuación, se describe el proceso y las fases de la producción tradicional de pan de oro en Kanazawa, Japón:

1. Fundición y moldeado:

El oro se funde con pequeñas cantidades de plata y cobre, ya que si el oro de alta pureza (99.99%) se convierte en lámina, esta será demasiado suave y fina para poder utilizarse; por esta razón, se tienen que añadir otros metales⁴⁰³. El primer paso del proceso consiste en poner los tres metales en un crisol que se haya calentado previamente a 1300 grados. A continuación, se funden los metales de 10 a 15 minutos, y luego se vierten en un molde para enfriarlos y solidificar el resultado⁴⁰⁴.

2. Laminado, corte y batido:

La aleación se procesa en un laminador hasta obtener un resultado en forma de cinta. Este proceso se repite unas veinte veces hasta conseguir un grosor

⁴⁰³ Hasta que nace un pedazo de brillantez. 一片の輝きが、生まれるまで. [Consultado el 28-11-2021]. Disponible en: https://kanazawa.hakuichi.co.jp/about/kinpaku_flow.php

⁴⁰⁴ Proceso de fabricación del artesano *zumi*. 澄職人の製造工程. [Consultado el 28-11-2021]. Disponible en: https://nakamura-seihakusho.co.jp/kanazawa_gold_leaf/

de 2/100mm a 3/100mm⁴⁰⁵. Luego, se procede a cortar la cinta en cuadrados de 5 a 6 cm². A continuación, se aplica un proceso de batido con el que se pueden conseguir cuadrados de hasta 13 cm², que reciben el nombre de *koppe* (en japonés, 小兵); estos se trasladan a otro soporte de papel para continuar batiéndolos. El *koppe* finalmente se convierte en *uwazumi* (en japonés, 上澄) tras someterlo a distintos procesos de golpeado y corte. En cada fase del proceso, el material toma una denominación distinta a medida que varía su forma:

- a. *Aragane* (en japonés, 荒金): es el *koppe* (13 cm²) batido en 18 cm².
- b. *Koju* (en japonés: 小重): cuando el *aragane* (18 cm²) es cortado en cuatro trozos, y se mueve a papeles denominados *zumiuchigami* (en japonés: 澄打紙, véase fig. 147)⁴⁰⁶ y cuando el oro consiga el mismo tamaño que dichos papeles, se obtiene un resultado denominado *koju*, el cual se continúa a batiendo.
- c. *Oju* (en japonés, 大重): después de conseguir el tamaño *koju*, este se deposita en papeles *zumiuchigami* de un tamaño llamado *oju*, y se continúa batiendo cuatro horas más hasta obtener un grosor de 1/1000 mm⁴⁰⁷.
- d. *Kesho-uchi* (en japonés, 化粧打ち): se ponen las láminas en papel de estraza, y se baten suavemente de forma mecanizada. Con este proceso se consigue una superficie suave y pegajosa en un estado mate y sedoso, lo que facilita su manipulación.
- e. Por último, se corta el pan de oro a un tamaño de 20 cm², que se conoce como *uwazumi* (en japonés, 上澄). El proceso completo que se ha descrito recibe el nombre de *zumi* (en japonés, 澄の工程).⁴⁰⁸

⁴⁰⁵ Proceso de fabricación del artesano *zumi*. 澄職人の製造工程. [Consultado el 28-11-2021]. Disponible en: https://nakamura-seihakusho.co.jp/kanazawa_gold_leaf/

⁴⁰⁶ Método de fabricación de pan de oro. 金箔の製造方法. [Consultado el 29-11-2021]. Disponible en: <https://entsukegoldleaf.jp/method/>

⁴⁰⁷ Método de fabricación de pan de oro. 金箔の製造方法. [Consultado el 29-11-2021]. Disponible en: <https://entsukegoldleaf.jp/method/>

⁴⁰⁸ Método de fabricación de pan de oro. 金箔の製造方法. [Consultado el 29-11-2021]. Disponible en: <https://entsukegoldleaf.jp/method/>

La *uwazumi* es una lámina relativamente gruesa, de aproximadamente 1/1000 mm. Se usa principalmente en artesanías de vidrio y cerámica. No obstante, los artesanos que hacen panes metálicos continúan batiendo esta lámina hasta obtener un grosor de 1/10000 mm.

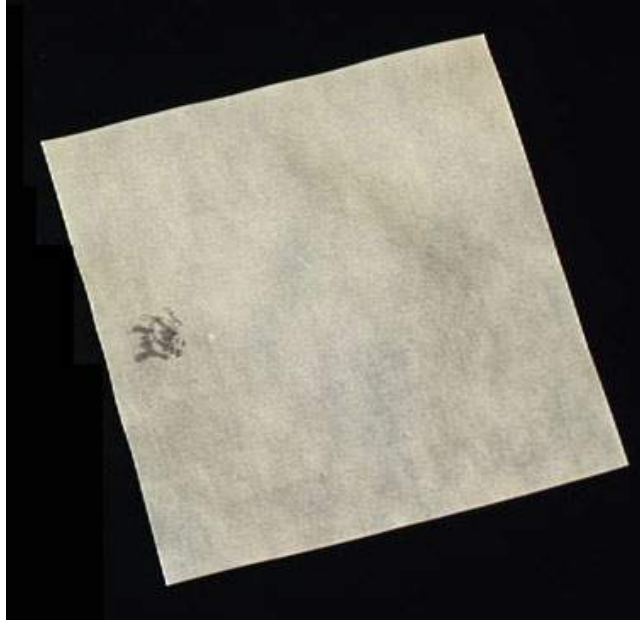


Fig. 147. Papel zumiuchigami.

3. Corte y batido:

Después del proceso *zumi*, se continúa hasta alcanzar el resultado final deseado. Para ello, se corta la lámina *uwazumi* de 20 cm² en cuadrados (entre nueve y doce) y rectángulos grandes y pequeños para que el peso del pan de oro final sea uniforme. A continuación, se almacenan uno tras otro sobre un papel especial denominado *hakuuchi* (en japonés, 箔打ち紙, véase fig. 148)⁴⁰⁹, y se continúan batiendo a través de este papel hasta conseguir un resultado llamado *shiki-ire* (en japonés, 仕入れ). En este proceso, se atan y envuelven aproximadamente 1800 láminas dentro de una pieza de cuero; este se estira a un diámetro de unos 10 centímetros con un martillo a una velocidad de más o menos 700 golpes por minuto. Este paso se denomina *koma-uchi* (en

⁴⁰⁹ El papel *hakuuchi* es un papel hecho especialmente para batir el pan de oro: se coloca intercalado entre cada lámina de pan de oro cuando se bate, y es indispensable para este proceso. En el caso del papel *hakuuchi* hecho con el papel *washi*, las láminas se empapan en una mezcla de agua con ceniza y zumo de caqui; tras 1- 3 horas, se usa un palillo para apretar. Se secan en el horno, y luego se baten. Así, hasta los papeles se vuelven brillantes y lisos. La suavidad de este papel es muy importante, ya que determina la calidad del pan de oro.

japonés, 小間打ち).

4. Serie de martillazos y pausas:

Se trasladan todas las láminas de oro a otro papel *hakuuchi* para batirlas una por una y, así, eliminar la humedad que se genere al cambiar el soporte por calentamiento. Este paso se llama *hinoma-sagyo* (en japonés, 火の間作業)⁴¹⁰. A continuación, se continúa batiendo con la máquina; dado que el impacto generará calor, se debe hacer una pausa cada quince minutos para enfriar el pan de oro. Este paso se repetirá hasta que las láminas de oro tengan un grosor de 1/10000 mm.



Fig. 148. Papel *hakuuchi*.

5. Revisión y recorte:

Se ha de verificar la integridad de cada lámina de oro una a una. Después, se transfieren una a una a la tabla con piel de ciervo que se conoce como tablero dorado o *shikagawadai* (en japonés, 鹿皮台, véase k de fig. 150)⁴¹¹. Cada lámina se recorta con un marco cuadrado. Este paso se llama *haku-utsushi* (en japonés, 箔うつし). Además, debido al carácter fino y delicado del pan de oro, este se arruga al tacto; por este motivo, se utilizan utensilios tradicionales de bambú para manipularlo y evitar que se genere electricidad estática. Una vez

⁴¹⁰ Método de fabricación de pan de oro. 金箔の製造方法. [Consultado el 29-11-2021]. Disponible en: <https://entsukegoldleaf.jp/method/>

⁴¹¹ El tablero se cubre con papel *washi* o tela de algodón, y se pone una capa de piel de ciervo en la parte superior. La piel de ciervo tiene una textura muy suave y lisa, por lo que es adecuada para cortar hojas de metal.

hecho todo lo anterior, se insertan hojas de papel *washi* entre las láminas. Se utilizan 100 hojas *washi* para completar un librito de pan de oro⁴¹².

Todos estos pasos se muestran en las figuras 149 y 150:



a. Vertido de la aleación al molde.



b. Obtención del lingote.



c. Laminación del oro.



d. Cortado.



e. Batido del oro.



f. Obtención del tamaño *koppe* (13 cm²).

⁴¹² Papel *washi* (en japonés, 和紙), también conocido como papel de Japón. Es un término que se emplea de forma colectiva para designar un tipo de papel producido mediante técnicas tradicionales en Japón, y, de este modo, distinguirlo del papel extranjero importado de Occidente. El papel *washi* generalmente se produce con fibras de *broussonetia papyrifera* (morera de papel), *diplomorpha sikokiana* (*gampi*) y *euonymus sieboldianus* (*mitsumata*), y también se puede hacer con bambú, cáñamo, paja de arroz o trigo. El papel *washi* se caracteriza por tener fibras más largas, aunque su textura es fina, es resistente y se puede conservar durante muchos años.



g. Batido.



h. Obtención del tamaño *aragane* (18 cm²).



i. Corte en cuatro piezas



j. Obtención del tamaño *koju* (9 cm²).



k. Batido.



l. Obtención del tamaño *oju*.



m. Proceso *Kesho-uchi*.



n. Obtención del tamaño *uwazumi* (20 m²).

Fig. 149. Proceso de *zumi*.

- a. Vertido de la aleación fluida a un molde.
- b. Obtención del lingote de oro.
- c. Laminado del oro.

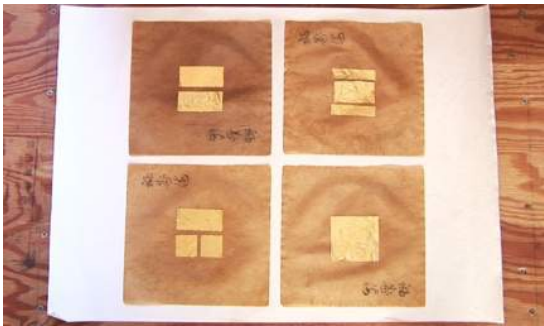
- d. Corte en 5 - 6 cm².
- e. Proceso de batido.
- f. Obtención del pan de oro en tamaño *koppe* (13 cm²).
- g. Batido.
- h. Obtención del pan de oro en tamaño *aragane* (18 cm²).
- i. Corte de cada lámina de *aragane* en cuatro piezas.
- j. Obtención del pan de oro en tamaño *koju* (9 cm²).
- k. Batido.
- l. Colocación en papeles *zumiuchigami* de tamaño *oju*, y nuevo batido.
- m. Izquierda: batido antes de *kesho-uchi*. Derecha: batido después de *kesho-uchi*.
- n. Obtención del pan de oro en tamaño *uwazumi* (20 m²).



a. Corte en cuadrados.



b. Posicionamiento de las láminas.



c. Preparación previa al batido.



d. Preparación previa al batido.



e. Batido.



f. Transferencia a papel *hakuuchi*.



g. Eliminación de la humedad.



h. Batido.



i. Pan de oro con un grosor de 1/10000 mm.



j. Corte en cuadrados.



k. Corte en cuadrados.



l. Resultado final.

Fig. 150. Proceso del pan de oro.

- a. Corte en cuadrados (de nueve a doce).
- b. Posicionamiento uniforme del pan de oro encima del papel *hakuuchi* según el peso de las láminas.
- c. Preparación del batido.
- d. Envoltura de las láminas de oro en cuero.
- e. Batido.
- f. Transferencia a otro papel *hakuuchi*.
- g. Eliminación de la humedad del pan de oro.
- h. Repetición de los pasos de batido y pausa.

- i. Obtención del pan de oro con un grosor de 1/10000 mm.
- j. Corte en forma cuadrículada.
- k. Corte en forma cuadrículada.
- l. Resultado final.

Existen dos técnicas de fabricación del pan de oro. Una es la tradicional, llamada *enzuke* (en japonés, 縁付)⁴¹³, que literalmente significa montaje (véase fig. 151). Este término hace referencia a los pasos enumerados anteriormente, así como al conjunto de materiales utilizados. La otra técnica es la denominada *tachikiri* (en japonés, 断切), que se empezó a utilizar entre 1955 y 1975. Esta técnica se desarrolló para incrementar la producción de pan de oro separando las láminas con una especie de papel *glassine* recubierto de carbono. Tiene la ventaja de que no es necesario utilizar papeles *hakuuchi* y esto reduce el número de pasos del proceso; además, permite producir en menos tiempo, lo que a su vez permite incrementar la producción en comparación con el método tradicional. En el paso final del corte del pan de oro, se apilan directamente 1000 piezas y se cortan juntas en forma de cuadrados⁴¹⁴. El nombre *tachikiri* proviene literalmente de este paso: cortar las láminas (véase fig. 152). En cuanto al grosor, el acabado de esta técnica es más grueso que el del método *enzuke*.

En cuanto a la diferencia de materiales, el papel *haku uchi shi* hace que en la superficie del acabado *enzuke* aparezca un patrón cuadrículado, que se debe al uso del papel *washi*. No obstante, con la técnica *tachikiri* aparece un patrón radial de líneas. Esta característica confiere a la superficie del pan de oro una apariencia más brillante, y hace que las láminas sean más aptas para su uso en superficies irregulares que las láminas *enzuke*, que se utilizan sobre superficies lisas. Debido a que la técnica tradicional requiere mucho más tiempo y es más complicada, el precio del pan de oro producido de forma tradicional es mayor que el elaborado mediante la técnica *tachikiri*. Algunos pintores nihonga prefieren dorar sus obras específicamente a través del método tradicional porque su proceso es totalmente manual, y cada pieza de pan de oro producida es ligeramente diferente. En particular, el efecto de la luz sobre cada pieza de pan de oro será único.

Se puede ver la comparación entre ambas técnicas en las figuras siguientes:

⁴¹³ Se llama *enzuke* porque el tamaño del papel para separar es un poco más grande que el pan de oro, lo que deja un borde libre.

⁴¹⁴ *Hasta que nace un pedazo de brillantez*. 一片の輝きが、生まれるまで. [Consultado el 28-11-2021]. Disponible en: https://kanazawa.hakuichi.co.jp/about/kinpaku_flow.php



Fig.151. Proceso de *enzuke*.

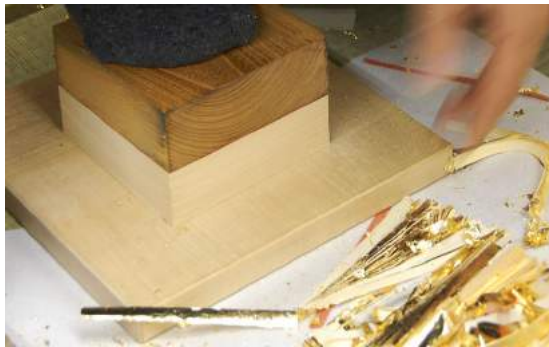


Fig. 152. Proceso de *tachikiri*.



Enzuke



Tachikiri

Fig. 153. Resultados finales.

En la siguiente tabla se puede ver claramente la diferencia entre los dos métodos:

	<i>Ensuke (tradicional)</i>	<i>Tachikiri (contemporáneo)</i>
Textura de la superficie	 Fig. 154. <i>Ensuke</i> .	 Fig. 155. <i>Tachikiri</i> .
Papel utilizado para batir	Papel <i>hakuuchi</i>	Papel <i>glassine</i>
Antigüedad	Fabricado en Japón hace más de 1200 años, elaborado en Kanazawa desde hace unos 400 años ⁴¹⁵	Elaborado alrededor de 1965 ⁴¹⁶
Proceso	Complejo	Relativamente sencillo
Grosor	Fino	Grueso
Patrón	Patrón de cuadrícula fina	Patrón radial concéntrico
Brillo	Suave	Más brillante
Transmitancia	Bien	Poco desnivel
Decoloración	El color no se desvanece ⁴¹⁷ (la historia lo demuestra)	Se desconoce
Tiempo de fabricación	Alrededor de 10 horas	Alrededor de 2 horas
Precio	Alto ⁴¹⁸	Bajo

Tabla 16. Comparación de técnica *ensuke* y *tachikiri*.

⁴¹⁵ *Diferencia entre el borde y el corte de la hoja de oro*. [Consultado el 18-2-2022]. Disponible en:

⁴¹⁶ *Diferencia entre el borde y el corte de la hoja de oro*. [Consultado el 18-2-2022]. Disponible en:

⁴¹⁷ *Diferencia entre el borde y el corte de la hoja de oro*. [Consultado el 18-2-2022]. Disponible en: <https://nakamura-seihakusho.co.jp/products/#edge>

⁴¹⁸ Alrededor de 2,4 veces la del pan de oro con el método *tachikiri*.

El proceso se muestra en el siguiente diagrama de árbol:

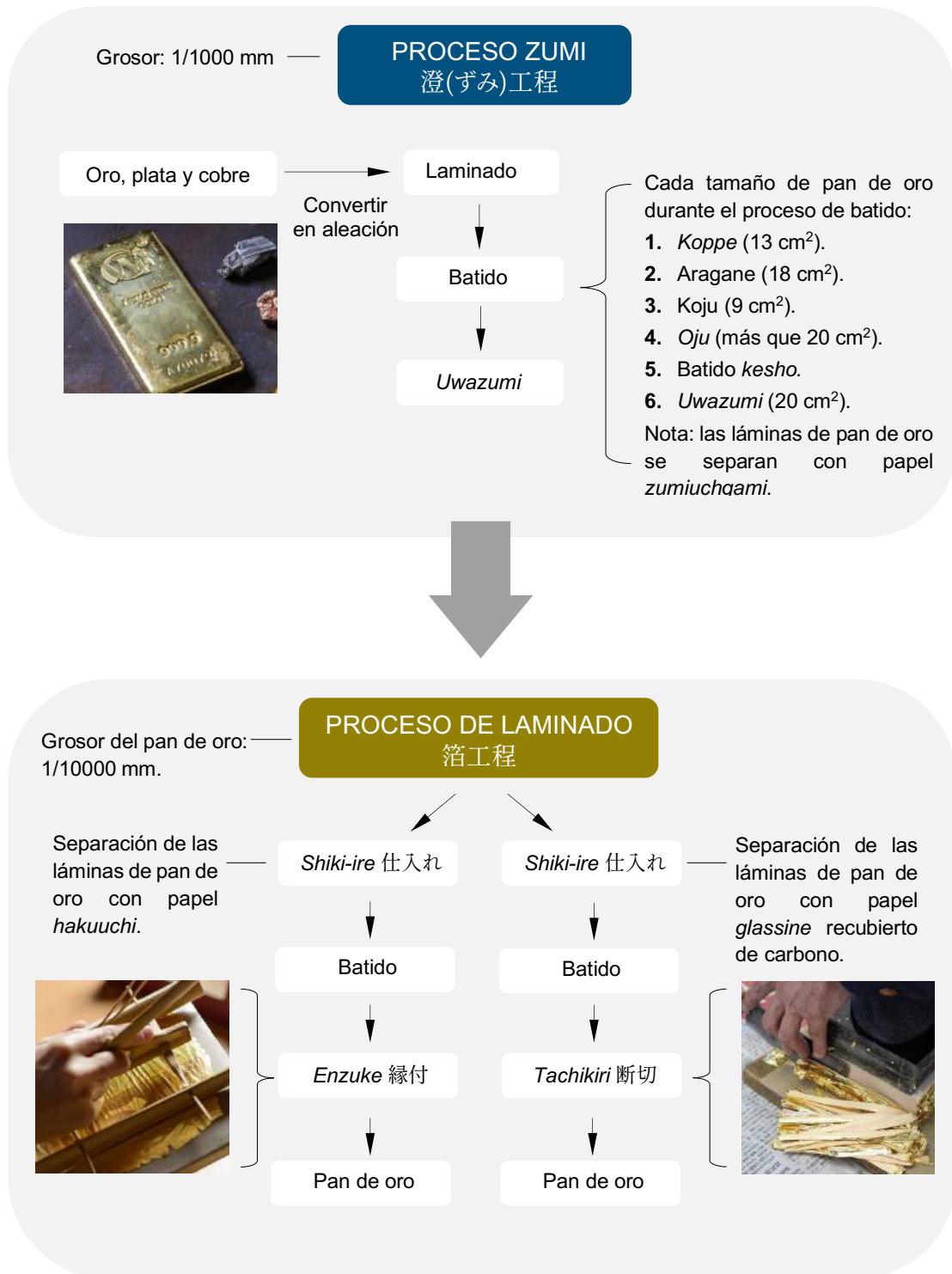


Fig. 156. Proceso completo de producción del pan de oro.

3.3.3. Láminas desarrolladas a partir del siglo XIX.

Debido a las propiedades químicas de la plata, se han desarrollado materiales de la pintura nihonga que la utilizan en forma de lámina como material base. El pan de plata suele ahumarse con azufre para provocar cambios químicos que modifiquen su color. A través del humo de azufre, su color cambiará de rojo a púrpura, y luego de azul a negro. Debido a los cambios arbitrarios del color del metal, las tonalidades serán diferentes dentro de un mismo lote. Por ejemplo, el color de lámina perla azul (en japonés, 青貝箔) varía de púrpura a azul (véase fig. 157), y el color de lámina perla roja (en japonés, 赤貝箔) varía de naranja a rojo y luego a púrpura rojizo (véase fig. 156). La lámina de oro plateado (en japonés, 中金箔) es de color amarillo dorado (véase fig. 156), y también existen láminas negras (en japonés, 黒箔) que se ahúman durante más tiempo para convertir el color de la plata en un negro totalmente oscuro (véase fig. 156). Todas estas láminas se realizan con plata pura y son extremadamente frágiles en comparación con otras láminas metálicas, aunque a veces presenten grietas y desigualdades en el color. Por lo tanto, pueden surgir dificultades a la hora de utilizarlas.



Lámina de perla azul



Lámina de perla roja



Lámina de perla negra



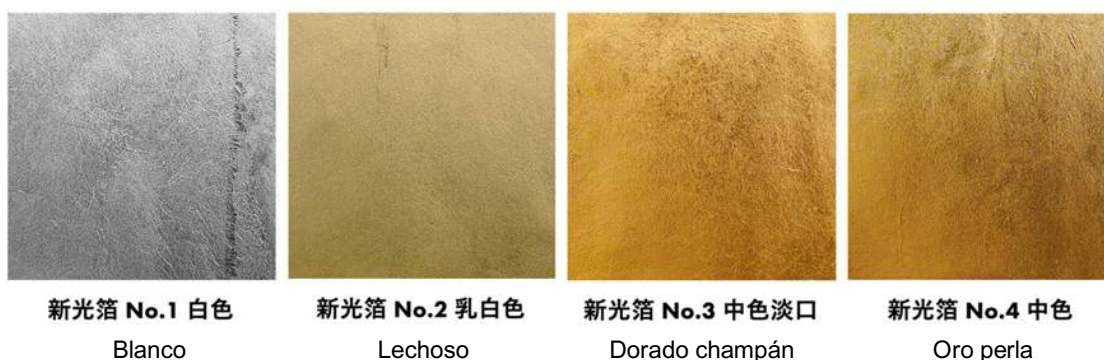
Lámina de oro plateado

Fig. 157. Láminas metálicas elaboradas con pan de plata pura ahumado con azufre.

Además, los fabricantes de láminas japoneses han desarrollado otros productos utilizando el pan de plata como materia prima. Por ejemplo, la empresa Yamamura Foil Factory produce un tipo de lámina llamada plata coloreada (en japonés, 新光箔), que es un tipo de pan metálico teñido y cubierto de color con resina sintética, tintes y pigmentos (véase fig. 158). Su grosor es de aproximadamente 1/2000 mm a 3/1000 mm, y hay un total de 32 colores disponibles⁴¹⁹. Su tamaño medio es de 10.9 cm². El pan de plata coloreado también es ligero y delgado, y presenta un brillo metálico, aunque es más grueso que los panes de oro y plata originales. Por supuesto, otras empresas japonesas como Nakatsuka Metal Leaf & Powder Company y Hakuza también han desarrollado productos similares. Solamente se diferencian por su nomenclatura, por la cantidad de tinte que utilizan y porque cada una tiene su propia gama de colores.

Por otro lado, estas dos empresas también han desarrollado una lámina de plata coloreada con apariencia de mármol vetado (en japonés, 銀彩マール). Es un tipo de lámina metálica hecha de plata pura, y su método de producción es el mismo que el de la lámina de plata coloreada tradicional, con la excepción de que su superficie está pintada con un estampado de mármol (véase fig. 159).

Como se ha mencionado anteriormente, es fácil que el pan de plata puro se oxide y decolore si se deja sin tratar. Sin embargo, estos dos tipos de láminas de plata se colorean por ambos lados a modo de capa protectora, lo que ralentiza su decoloración. En cualquier caso, este material, debido a su naturaleza, seguirá decolorándose si se expone a la luz durante mucho tiempo.



⁴¹⁹ Lámina de plata coloreada. 新光箔. [Consultado el 22-2-2022]. Disponible en: <https://reurl.cc/qZ72R>



新光箔 No.5 純金色
Oro puro



新光箔 No.6 純金色赤口
Oro rojizo



新光箔 No.7 純金色黄口
Oro amarillo puro



新光箔 No.8 金茶色淡色
Oro marrón claro



新光箔 No.9 金茶色
Marrón dorado pálido



新光箔 No.10 茶色
Marrón



新光箔 No.11 赤茶色
Marrón rojizo



新光箔 No.12 赤色
Rojo



新光箔 No.13 赤貝色
Ópera



新光箔 No.14 朱色
Marrón amarillo



新光箔 No.15 ピンク
Rosa



新光箔 No.16 紫色
Púrpura grisácea



新光箔 No.17 三步色
Verde amarillo.



新光箔 No.18 草色
Césped.



新光箔 No.19 青竹色
Bambú.



新光箔 No.20 グリーン
Verde.



新光箔 No.21 サックス
Sax



新光箔 No.22 ブルー
Azul



新光箔 No.23 ブルー濃口
Azul denso



新光箔 No.24 青貝色
Azul cobalto

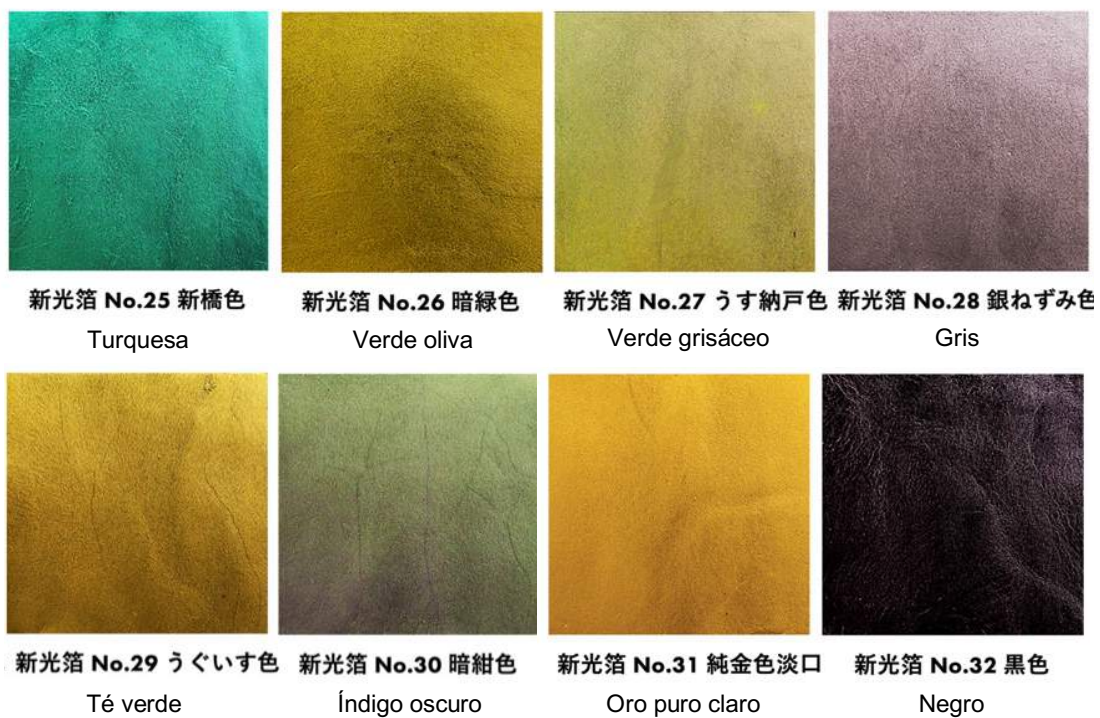


Fig. 158. Láminas de plata coloreadas.

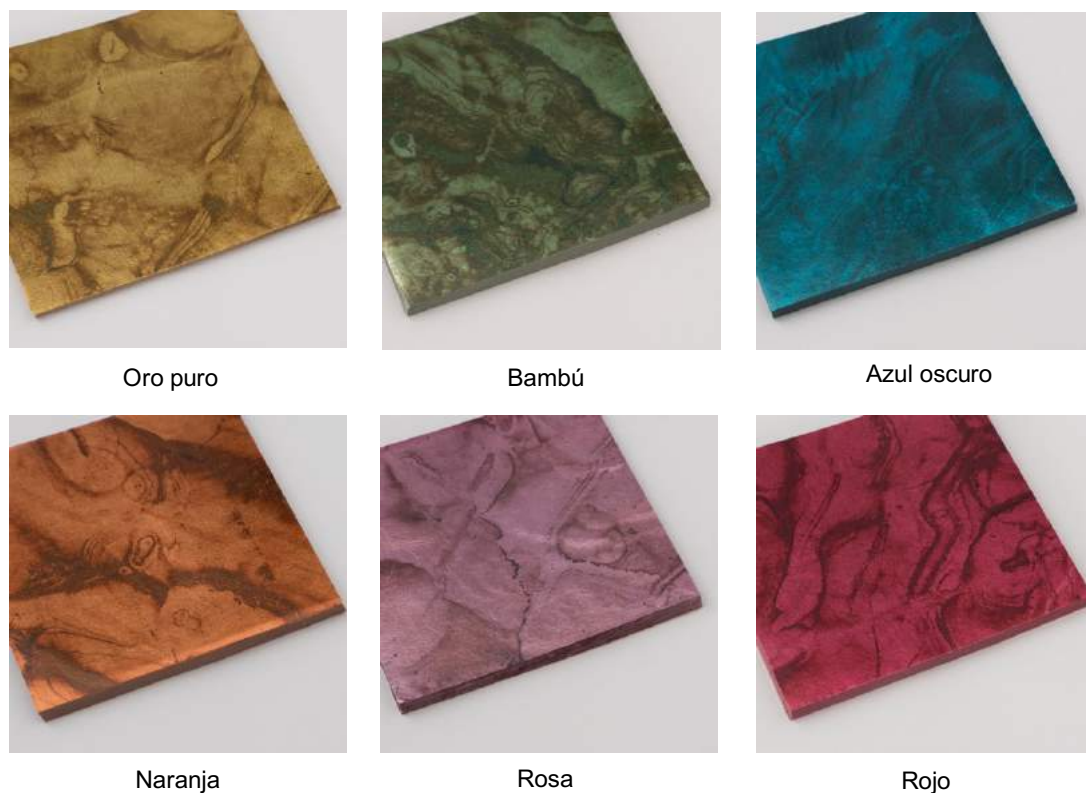


Fig. 159. Láminas de plata coloreadas con apariencia de mármol veteado.

Además, algunos fabricantes japoneses de pan de oro han desarrollado un tipo de lámina metálica denominada latón (en japonés, 洋金箔), también conocidas como *shinchuhaku* o *tandohaku*. Se compone de una aleación de cobre y zinc, y ,según las proporciones de ambos metales, se producen distintas láminas de latón entre las que destaca la lámina *aokuchi* (en japonés, 洋金箔 青口), que tiene un tono frío y cuya aleación es de un 85% de cobre y un 15% de zinc. También encontramos la lámina *akakuchi* (en japonés, 洋金箔 赤口), que tiene un tono cálido y cuya aleación es de un 87% de cobre y un 13% de zinc (véase fig. 160).



Lámina de latón *aokuchi*.



Lámina de latón *akakuchi*.

Fig. 160. Láminas de latón.

3.4. Comparativa entre los materiales y métodos de trabajo de Oriente y Occidente.

La aplicación de pigmentos ha variado mucho en función de las distintas épocas y en distintas regiones, y se han utilizado diferentes técnicas en un sinfín de superficies. La evolución de los medios de creación artística ha hecho que el desarrollo de los pigmentos madure paulatinamente. Los fabricantes, además de mejorar los métodos de obtención, purificación y molienda, también buscan constantemente desarrollar nuevos pigmentos. Ahora podemos estudiar los colores en las obras de arte antiguas, principalmente por su durabilidad y por la conservación de los materiales aplicados. Hasta ahora se han creado un gran número de pigmentos, y no todos ellos son aptos para fines artísticos. Además, las diferentes técnicas pictóricas requieren características diferentes en cuanto a la pigmentación, entre las que se incluyen la magnitud de las partículas, se capacidad de cobertura o la cantidad necesaria de

aglutinante. Tomamos como referencia los datos consolidados por el Prof. Dr. Manuel Huertas Torrejón:

“- Fijeza a la luz.

- No deben ser solubles en agua, aceite o cualquier otros disolvente o aglutinante.

- No deben ser sensibles a los ácidos.

- Deben ser compatibles entre sí.

- Deben estar adecuadamente molidos.

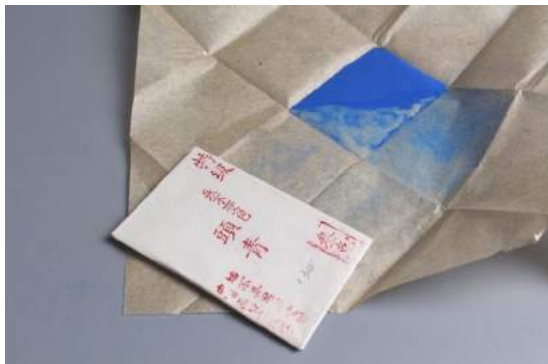
- Deben ofrecer una buena cobertura.

- No deben contener materias de carga.

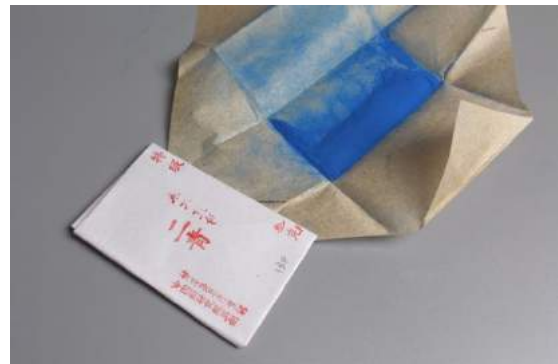
- La denominación de los colores para su comercialización debe ser clara.”⁴²⁰

3.4.1. Pigmentos.

Los pigmentos que se utilizan tanto en países orientales (como Taiwán, Japón y China) como en países occidentales presentan sistemas de clasificación independientes. Entre los primeros podemos nombrar, a modo de ejemplo, los pigmentos minerales utilizados en la pintura tradicional china, que se han clasificado en al menos tres tamaños de partículas diferentes desde la Antigüedad (véase fig. 161). Si se intentan clasificar según el sistema de la pintura nihonga actual, los tamaños de estos pigmentos se encuadrarían dentro de una categoría de partículas finas. Hay dos motivos fundamentales: por un lado, dado que el papel y la seda tradicionales son relativamente frágiles, no son propicios para el raspado de pigmentos minerales de grano grueso, y por lo tanto no soportan el peso de las partículas grandes y se corre el riesgo de dañar el material base; por otro lado, la mayoría de las obras se almacenan en pergamino, y la acción del pergamino puede provocar fácilmente grietas en las zonas coloreadas con pigmentos gruesos.



Pigmento *touqing*.



Pigmento *erqing*.

⁴²⁰ HUERTAS TORREJÓN, Manuel, *Materiales, procedimientos y técnicas pictóricas I*. Akal S.A., Madrid, 2010, p. 149-151.



Pigmento *sanqing*.



Pigmento *siqing*.

Fig. 161. Pigmentos tradicionales de China.

Según la información proporcionada por el fabricante Nakagawa Gofun Enogu, la magnitud de partículas de los pigmentos nihonga se clasifica según se muestra en la siguiente tabla:

Número estándar actual	Tamaño de partícula promedio (μm)
3	170
5	130
6	100
7	75
8	50
9	37
10	27
11	20
12	14
13	10
<i>Byaku</i>	5

Tabla 17. Numeración del tamaño de las partículas de pigmento y su magnitud, según el fabricante Nakagawa Gofun Enogu.

De igual forma, el fabricante Kissho de Kioto también comparte información sobre las partículas:

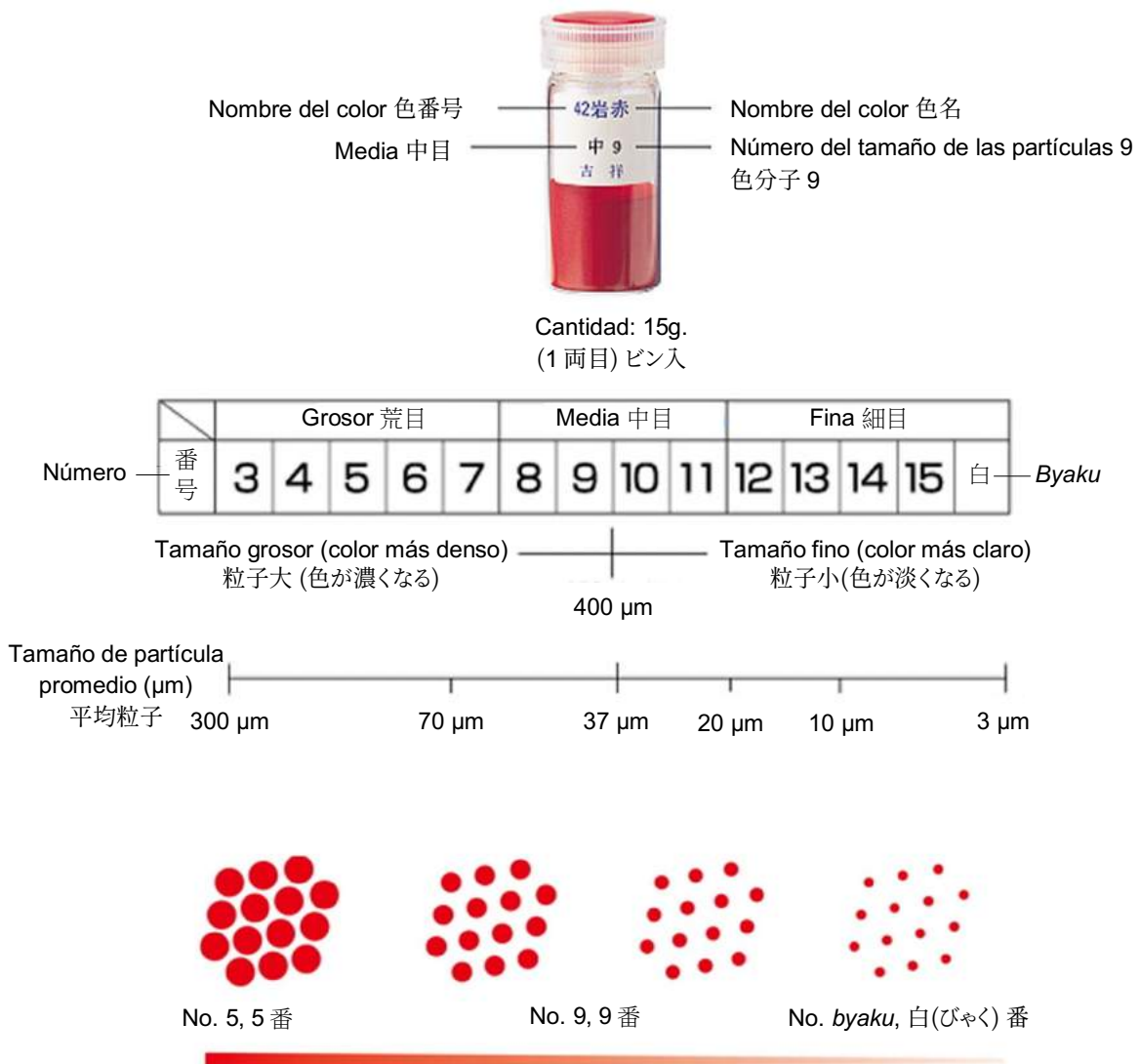


Fig. 162. Tamaño de las partículas según el fabricante Kissho.

Por su parte, el fabricante Chi Yuan Tang describe así los diferentes tamaños de las partículas y su correspondiente numeración:

Número estándar actual	Tamaño (μm)	Diámetro medio (μm)
5	150 - 180	165
6	125 - 150	137.5
7	100 - 125	112.5
8	75 - 100	87.5
9	58 - 75	66.5
10	51 - 58	54.5
11	38 - 51	44.5
12	26 - 38	32
13	13 - 26	19.5
<i>Byaku 1</i>	7 - 13	10
<i>Byaku 2</i>	4 - 7	5.5
<i>Byaku 3</i>	< 4	3

Tabla 18. Numeración de partículas de pigmento y su magnitud correspondiente según el fabricante Chi Yuan Tang.

Con todos estos datos, podemos deducir que se pueden obtener resultados diferentes, aunque se utilicen sistemas de producción similares. Por ejemplo, se puede ver que, entre el fabricante Nakagawa Gofun y el fabricante Kissho, la partícula más gruesa (nro. 3) es casi el doble de grande en este último. Por otra parte, si al número de cada partícula del fabricante Chi Yuan Tang se le reducen dos dígitos, el tamaño será idéntico al de los otros dos fabricantes japoneses. Esta diferencia influirá en distintas características, como por ejemplo en la cantidad de aglutinante que se necesite agregar al moler el pigmento antes de ser aplicado. En términos generales, los pigmentos con partículas gruesas necesitan más aglutinante debido a su mayor área de superficie, mientras que los pigmentos con partículas más finas necesitan menos

cantidad de aglutinante. Por lo tanto, resulta imprescindible prestar atención al tamaño de partículas de los pigmentos producidos por los distintos fabricantes.

Por otra parte, la magnitud de las partículas en los pigmentos característicos de las regiones occidentales se muestra en el libro *Los materiales de pintura y su empleo en el arte*, de Max Doerner:

“Todo pigmento posee, para una magnitud de partícula que le es propia y que ordinariamente está comprendida entre 2/1000 y 4/10000 milímetros, una capacidad cubriente óptima.”⁴²¹

Después de una fina purificación y molienda, los pigmentos occidentales presentan un tamaño promedio de partícula de 2 a 0.4 μm , que es la partícula más pequeña que existe en el sistema nihonga. La aplicación de partículas gruesas en Occidente se remonta al período de la Roma antigua. Generalmente, el tamaño del pigmento de cinabrio era de 2 a 3 μm . El reconocido rojo pompeyano se aplicaba junto con este material, pero la viveza de su color destacaba en comparación con otros pigmentos a base de cinabrio más comunes. A través de la observación microscópica se encontró que la razón principal de su viveza era el grosor de los cristales (de 10 a 15 μm), algo que aumenta el brillo en la pintura en general⁴²². Además, este color se sometía a un pulido con cera como paso final de la técnica para proteger su densidad⁴²³.

Además, la empresa Kremer, fundada en 1977, ofrece una serie de pigmentos de azurita y malaquita denominados azurita Michael Price (MP) y malaquita Michael Price (MP), que presentan los siguientes tamaños de partícula:

*“Malaquita MP, grano grueso, 100 - 125 μm .
Malaquita MP, grano medio, 80 - 100 μm .
Malaquita MP, fina, 63 - 80 μm .
Malaquita MP, extra clara, grano inferior a 63 μm .
Malaquita MP, 0 - 20 μ , extrafina; obtener un alto grado de pureza con este tamaño de partícula es una difícil tarea, pero el tratamiento del pigmento según la receta de Michael Price nos permite obtener una malaquita verde muy hermosa.”⁴²⁴*

⁴²¹ DOERNER, Max. *Los materiales de pintura y su empleo en el arte*. Editorial Reverté, Barcelona, 2001, p. 21.

⁴²² *Pompeii artists painted the town red*. [Consultado el 24-2-2022]. Disponible en: <https://www.abc.net.au/science/articles/2004/11/02/1232875.htm>

⁴²³ *Pompeii artists painted the town red*. [Consultado el 24-2-2022]. Disponible en: <https://www.abc.net.au/science/articles/2004/11/02/1232875.htm>

⁴²⁴ *Malaquita*. [Consultado el 24-2-2022]. Disponible en: <https://www.kremer-pigmente.com/elements/resources/products/files/10300-10346esp.pdf>

“Azurita MP, extra oscura, 100 - 125 μ m.

Azurita MP, extra oscura, 80 - 100 μ m.

Azurita MP, oscura, 63 - 80 μ m.

Azurita MP, azul claro, 38 - 63 μ m.

Azurita MP, tono verdoso claro, partícula inferior a 38 μ m.

Azurita MP, exclusiva, el azul más claro disponible, partícula inferior a 38 μ m.”^{A25}

A partir de estos datos, se puede ver que en el sistema de separación de los pigmentos de azurita y malaquita de la fábrica Kremer hay pequeñas diferencias en las partículas más finas. Las partículas más grandes (de 100 a 125 μ m) se clasificarían en un tamaño de mediano a grueso en el sistema nihonga, y las partículas más pequeñas (por debajo de 38 μ m) se considerarían de tamaño medio a fino, por lo que la cantidad de aglutinante que se utilice deberá ajustarse en función de estos datos.

3.4.2. Pan de oro.

La producción del pan de oro tiene una historia centenaria. Además de los diferentes métodos de fabricación y materiales empleados para su utilización, el pan de oro presenta diversos tamaños. El pan de oro tradicional occidental suele encontrarse en una medida de 50 x 50 o 80 x 80 mm y el pan de oro falso suele medir 140 x 140 mm. Por otro lado, el tamaño común del pan de plata es de 950 x 950 mm o de 140 x 140 mm, a excepción del *uwazumi* que es más grueso y tiene un tamaño de 200 x 200 mm. Asimismo, la mayor parte del pan de oro fabricado en Japón tiene un contenido de oro de más del 50% y mide 109 x 109 mm. A excepción del pan de plata coloreado, que mide 109 x 109 cm, y otras láminas metálicas como el pan de plata, el pan de cobre, el pan de estaño y las láminas de latón, todos suelen presentar un tamaño de 127 x 127 mm.

Por otro lado, los quilates o unidades que expresan la cantidad de oro puro en una aleación se emplean principalmente en Occidente. Dado que se trata de unidades de medida internacionales, en la fabricación del pan de oro japonés no solo se indica la proporción de oro, plata y cobre, sino que también se incluye cuántos quilates tiene.

Dependiendo de la región del planeta, se emplea una nomenclatura distinta para las proporciones de oro que contiene el pan de oro. Por ejemplo, el cálculo de quilates

⁴²⁵ *Azurita.* [Consultado el 24-2-2022]. Disponible en: <https://www.kremer-pigmente.com/elements/resources/products/files/10200-10210esp.pdf>

occidentales y el nombre de la lámina de oro correspondiente se recoge en el libro *Los materiales de pintura y su empleo en el arte*, de Max Doerner:

“..... En esta identificación por milésimos, la parte de oro puro se calcula en 1 miligramo de la aleación.

24 quilates = 1000/1000 contenido en oro

18 quilates = 750/1000 contenido en oro

12 quilates = 500/1000 contenido en oro

El pan de oro se obtiene en el mercado en las siguientes clases:

oro puro 24 quilates

oro ducado 23 quilates

oro naranja 22 quilates


oro amarillo 21 quilates

oro limón 18 quilates

oro verde 16 quilates

oro blanco 13 quilates⁴²⁶

El pan de oro más puro que se fabrica en Japón tiene 24 quilates, seguido del pan de oro en aleación con plata y cobre. Podemos ver una comparativa en la siguiente tabla:

	Kogane 24 kt	Color gomou	Color No.1
Tipo de pan de oro			
En japonés	黄金 24K	五毛色	一号色
Material	Oro: 100% Plata: 0% Cobre: 0%	Oro: 98.912% Plata: 0.495% Cobre: 0.593%	Oro: 97.666% Plata: 1.357% Cobre: 0.977%
Quilates	24 kt	23.74 kt	23.44 kt

⁴²⁶ DOERNER, Max, *Los materiales de pintura y su empleo en el arte*. Barcelona: Editorial Reverté SA, 2001, p. 266.







Tipo de pan de oro	Color No. 2	Color No.3	Color No.4
			
En japonés	二号色	三号色	四号色
Material	Oro: 96.721% Plata: 2.602% Cobre: 0.677%	Oro: 95.795% Plata: 3.535% Cobre: 0.67%	Oro: 94.438% Plata: 4.901% Cobre: 0.661%
Quilates	23.21 kt	22.99 kt	22.66 kt
Tipo de pan de oro	Color <i>sandu</i>	Color <i>sada</i>	Color <i>howaito</i>
			
En japonés	三歩色	定色	ホワイトゴールド
Material	Oro: 75.534% Plata: 24.466% Cobre: 0%	Oro: 58.824% Plata: 41.176% Cobre: 0%	Oro: 50% Plata: 50% Cobre: 0%
Quilates	18.12 kt	14.12 kt	12 kt

Tabla 19. Tipos de pan de oro japoneses.

En las imágenes de la tabla anterior se puede ver que, cuanto menor es la proporción de oro, más claro se vuelve el color. Las proporciones de las aleaciones y el nombre

de estos nueve tipos de pan de oro son fijos. Además, varios fabricantes también ajustan la proporción de los metales para obtener colores únicos.

Según el libro *Los materiales de pintura y su empleo en el arte* de Max Doerner:

“El espesor del oro empleado para dorar oscila entre:

1/9000 mm oro simple

1/4500 mm oro doble

1/3000 mm oro tripe

El oro simple es adecuado para trabajos interiores -por ejemplo, marcos, etc.- mientras que el oro tripe prácticamente exento de poros se emplea preferentemente en exteriores.”⁴²⁷

El espesor del pan de oro, plata y cobre utilizado en la pintura nihonga es de 1/10000 mm, que es 1.11 veces más fino que el pan de metal fabricado en Occidente. No todas las láminas metálicas son tan finas; por ejemplo, el pan de plata coloreado tiene un grosor de entre 1/2000 y 3/1000 mm que se debe a que las láminas están recubiertas con tintes por ambos lados. Por otro parte, al igual que el pan de oro occidental, hay un pan de oro especial para aplicar en exteriores. El ejemplo más famoso lo encontramos en el Templo Kinkaku-ji, que está catalogado como Patrimonio Cultural de la Humanidad. Su fachada está revestida con un pan de oro que tiene cinco veces el espesor del normal, que es de 1/2000 mm. Este pan de oro especial se creó para restaurar el Templo Kinkaku-ji (véase fig. 163), pero se deterioró severamente debido a la radiación ultravioleta prolongada y a que en la restauración anterior presentaba un espesor de 1/10000 mm. Después de pruebas experimentales, se observó que los rayos ultravioletas pueden bloquearse si el pan de oro es cinco veces más grueso que el original, ralentizándolo que evita y ralentiza su deterioro a causa de la exposición prolongada a la luz solar⁴²⁸.

Hay muchas empresas que desarrollan y producen láminas metálicas en la ciudad japonesa de Kanazawa, y, en la actualidad, continúan investigando y desarrollando continuamente nuevas láminas metálicas. Es decir, se están dedicando a la investigación y desarrollo de láminas metálicas con gran resistencia química, resistencia a la abrasión y resistencia a la luz, ya sea para su uso en pinturas,

⁴²⁷ DOERNER, Max, *Los materiales de pintura y su empleo en el arte*. Editorial Reverté SA, Barcelona, 2001, p. 266.

⁴²⁸ MIDORI, Yamakawa, *Fénix Kinkaku-ji. 不死鳥金閣寺.*, Geijutsu Shincho. 芸術新潮., No. 39, Shinchosha Pres, Tokio, 1988, p. 18.

esculturas o en otros campos. No podemos sino recomendar el seguimiento de estos trabajos de investigación, así como de los resultados que nos puedan ofrecer.



Fig. 163. Templo Kinkaku-ji.

CAPÍTULO 4. MATERIALES Y PROCESOS TÉCNICOS EN LA TÉCNICA NIHONGA.

A lo largo de la historia, debido a la herencia cultural, el término nihonga define un tipo de pintura que incluye el tratamiento del soporte, la selección de los materiales y los procedimientos para elaborar el papel y la seda, así como la producción de pigmentos minerales, los distintos aglutinantes y los pinceles. Cada uno de ellos ha evolucionado de manera diferente. En este capítulo profundizaremos en los materiales utilizados para trabajar con pigmentos minerales.

4.1. Soportes.

La pintura nihonga se puede aplicar sobre papel, seda, algodón, lino, madera, etc. La mayoría de los soportes empleados han sido convenientemente preparados, lo que permite que los pigmentos minerales se adhieran con fuerza a través del aglutinante, utilizado con la densidad adecuada. Entre ellos, el papel y la seda son los materiales más utilizados.

Desde la antigüedad, la seda ha sido el soporte principal. Sin embargo, conforme iba cambiando el estilo de la pintura, los artistas de nihonga empezaron aplicar la técnica del impasto y el uso de partículas gruesas procedentes de pigmentos minerales. Por lo tanto, el material base debe tener una durabilidad superior y una alta capacidad de carga. Con esta razón, el *washi* es la superficie preferida para la pintura nihonga. La aparición de la palabra *washi* tiene lugar después de la Era Meiji, con la expansión hacia el este de la cultura occidental. En ese instante los materiales imperantes aquí también llegaron a Japón.

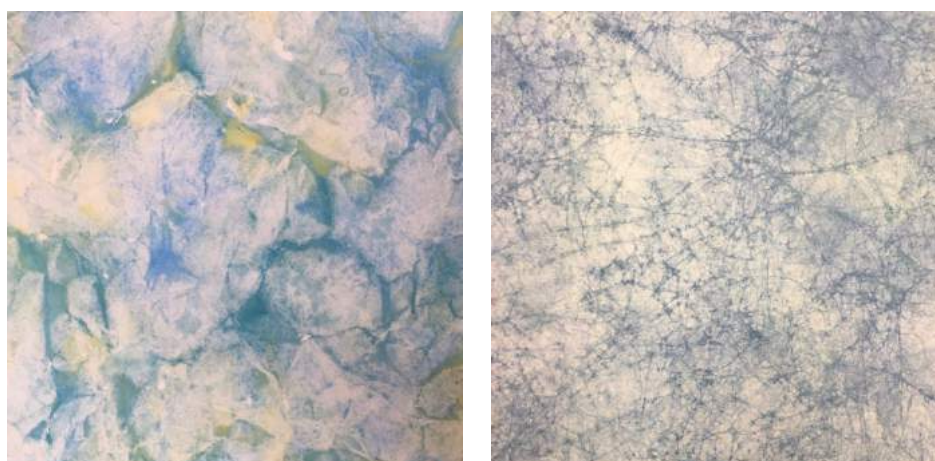
Para distinguir los dos tipos de papel, el de Oriente y el de Occidente, cuando hablemos del soporte transmitido desde el antiguo Japón usaremos la palabra *washi* (en japonés, 和紙), y el papel de Occidente lo definiremos como papel extranjero (en japonés, 洋紙).

4.1.1. Papel.

Según los registros del libro *Nihonshoki*, la fabricación del papel se introdujo en Japón desde China en el año 610 d. C. Aquí se desarrolló un proceso único para aumentar su resistencia y tenacidad. Como resultado, apareció el *washi* actual.

Los ingredientes principales son morera del papel (*kozo*), *Diplomorpha sikokiana* (*gampi*), cáñamo y *Edgeworthia papyrifera* (*mitsumata*). Sus fibras son más largas. Pero, además, en la fabricación del *washi*, estas fibras largas se entrelazan, lo que convierte al soporte en un material más resistente que el papel general procedente de la pulpa de la madera. También se conserva durante más tiempo.

Debido a esta característica, nihonga desarrolló la técnica tradicional de amasar el papel (en japonés, 揉み紙) para crear una textura natural (ver fig. 164). Hoy en día el *washi* cuenta con varias texturas: gruesa, fina, transparente, ligeramente transparente, opaca y suave; texturas que son adecuadas para diversas artes tradicionales y las propias necesidades diarias.



Antes

Después

Fig. 164. Técnica tradicional de amasar el papel.

Actualmente, existen dos formas de fabricar *washi*: a mano (en japonés, 手漉き和紙) y con una máquina. En 2014, la Unesco designó la elaboración tradicional del *washi* japonés Patrimonio Cultural Inmaterial de la Humanidad. Sin embargo, dada la pequeña producción y el precio alto del *washi* hecho a mano, la mayoría del papel utilizado para la pintura nihonga procede de fabricación industrial.

En los talleres de *washi* las proporciones empleadas y los procesos de producción difieren. La fabricación del *washi* de manera manual es la siguiente:⁴²⁹



a. Árboles de morera de papel.



b. Vaporización de la madera.



c. Retirada de la corteza.



d. Secado de la fibra al sol.



e. Reblandecimiento en agua.



f. Cocido en solución alcalina.

⁴²⁹ Fabricación de *washi*. [Consultado el 14-3-2022]. Disponible en: <https://reurl.cc/QjI05q>.



g. Eliminación de impurezas.



h. Estiramiento de las fibras.



i. Refinamiento de las fibras.



j. Mezclado en el agua.



k. Preparación del aglutinante natural toro.



l. Mezcla de las fibras y el aglutinante.



m. Extracción de la capa de fibra.



n. Posicionamiento de la capa.



o. Repetición de pasos m y n.



p. Escurrido del agua.



q. Recogida de una capa del papel.



r. Adhesión del papel a la secadora.

Fig. 165. Pasos para la fabricación artesanal del *washi*.

A continuación, describimos los pasos:

- a. Los árboles de morera de papel se talan hacia finales de noviembre y hasta enero, cuando presentan menos humedad.
- b. Después de conseguir la longitud adecuada, la madera se cuece al vapor durante unas dos horas para ablandar el tronco.
- c. A continuación, se retira la corteza negra para acceder a la parte interior, compuesta de fibra de líber blanca.
- d. Se seca al sol y se almacena.
- e. Cuando van a utilizarse, se remojan las fibras de líber en agua para ablandarlas.
- f. Se cuecen en una solución alcalina durante dos o tres horas.

- g. Las pequeñas impurezas se eliminan de manera manual.
- h. Luego se deben estirar las fibras para aflojarlas.
- i. Se pasan las fibras por una máquina para conseguir que sean más finas.
- j. Acto seguido se introducen en un depósito de agua y se remueve bien.
- k. En ese momento tiene lugar la preparación del aglutinante natural *toro* (en japonés, トロ). Para ello, hay que tomar la raíz de una *Abelmoschus manihot* y golpearla, para después remojarla en agua fría. El líquido se remueve suavemente. Luego se extrae y se guarda en una bolsa de algodón para que absorba la mucosidad.
- l. Se agrega el aglutinante en el depósito de agua con la fibra y se mezcla bien. Este aglutinante natural evita que las fibras se hundan y floten en el agua.

Nagashisuki (en japonés, 流し漉き) explica cómo obtener papel (véase los pasos m, n y o, fig. 165). Por medio de un utensilio utilizado para la fabricación del papel (véase fig. 166), se presiona por delante y por detrás para que el agua de la fibra entre en el marco de madera. Se agita de un lado a otro hacia la izquierda y hacia la derecha para distribuir las fibras uniformemente.

6. Se saca la persiana especial de bambú (en japonés, 簀) con una capa de fibras (véase paso m, fig. 165).
7. Se retira la fibra de la cortina de bambú y se coloca en posición plana. Habrá huellas de la persiana en la superficie del papel, que indicará que está hecho a mano. (véase pasos n y o, fig. 165)
8. Se aplica presión sobre el papel para escurrir el agua (véase paso p, fig. 165).
9. Secado: se toma una hoja de papel y se adhiere a la secadora. Luego se emplea una paletina para eliminar el aire. Hay que esperar veinte minutos para que se seque (véase pasos q y r, fig. 165).

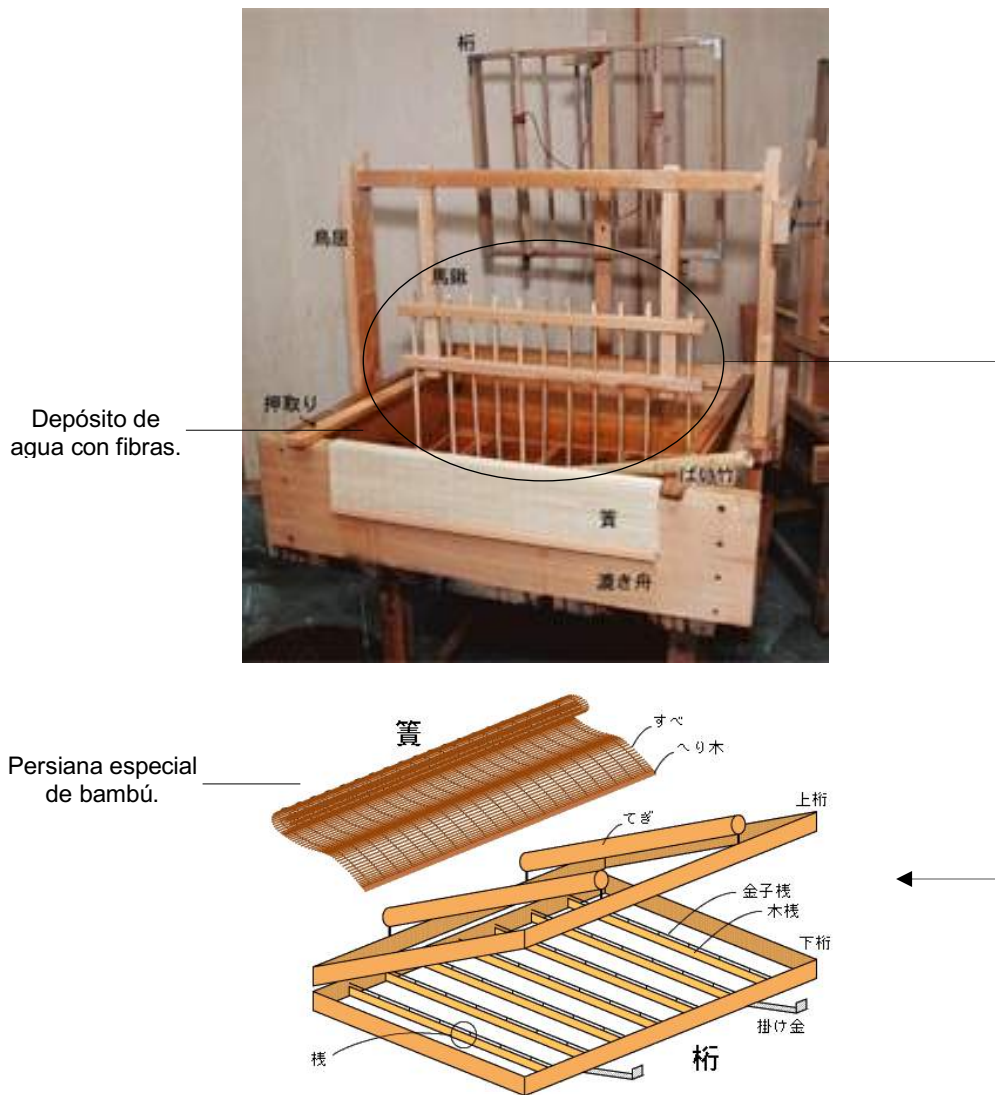


Fig. 166. Equipo utilizado para la fabricación de papel.

Los tipos de papel japonés comúnmente utilizados en la pintura nihonga son los siguientes:

Mashi (en japonés, 麻紙):

El papel más representativo y el más antiguo de Japón. Tienen una excelente durabilidad: las escrituras copiadas en papel de cáñamo están fechadas entre el año 600 y 700 d. C. y aún permanecen intactas.⁴³⁰ Se utiliza el cáñamo como material principal. Este soporte se fabrica mezclando el cáñamo con las fibras de morera del

⁴³⁰ *Mashi*. [Consultado el 14-3-2022]. Disponible en: <http://www.aist.or.jp/~jaanus/deta/m/mashi2.htm>

papel, *gampi*, *Edgeworthia papyrifera*. La proporción de estos componentes en la mezcla se puede ajustar según las necesidades del pintor. Por ejemplo, cuando el artista Yokoyama Taikan encargó el papel para pintar un biombo, pidió específicamente que la proporción de cáñamo y de *Broussonetia papyrifera* fuera de seis a cuatro, o de siete a tres.⁴³¹

En cuanto a la textura del *mashi*, este material es liso por delante y áspero por detrás. Según el grosor, se puede subdividir en *kumohada mashi* (en japonés, 雲肌麻紙), *shiro mashi* (en japonés, 白麻紙) y *usu mashi* (en japonés, 長麻紙). Entre ellos, el *kumohada mashi* (véase fig. 167) es el más grueso. Se ha traducido literalmente del japonés como piel de nube, ya que las fibras se entrelazan, lo que le otorga a su superficie una apariencia de nube. Originalmente estaba hecho de cáñamo y ramio. Sin embargo, la fibra de cáñamo era demasiado fuerte, lo que hacía que el método *nagashisuki* resultara muy difícil, así que desapareció por un tiempo. A principios del siglo XX, Iwano Heizaburō consiguió producir un *kumohada mashi* resistente y refinado añadiendo otros ingredientes como morera del papel y una pequeña cantidad de *gampi*. Como el tamaño resultante es grande, suele ser el papel elegido por muchos pintores, como Yokoyama Taikan, Kawai Gyokudō, etc.

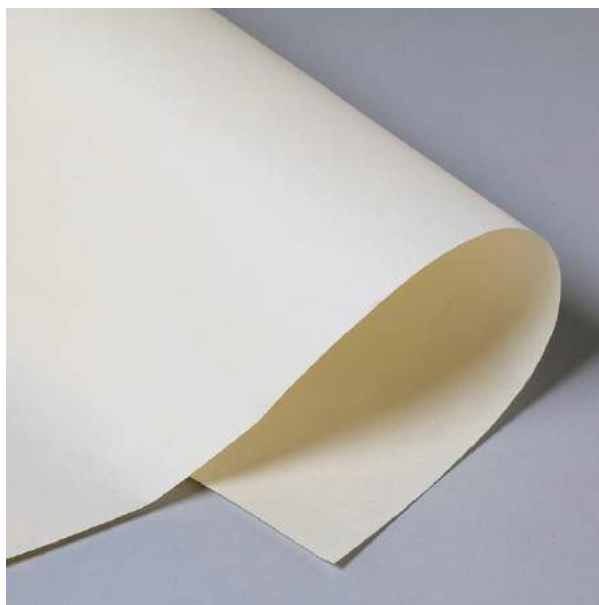


Fig. 167. *Kumohada mashi*.

⁴³¹ OGAWA Koji, *Secretos de los materiales y técnicas de nihonga: Aprenda de los pintores de la escuela Kano a los pintores contemporáneos*. 日本画画材と技法の秘伝集: 狩野派絵師から現代画家までに学ぶ. Nichibou Publication, Tokio, 2016, p. 137.

Torinoko (en japonés, 鳥の子紙):

La materia prima principal es el *gampi*, con cierto espesor y brillo. En japonés significa hijo del pájaro, que es el huevo, porque su color tiene un tono amarillo suave. Debido a su textura suave y su buena durabilidad, se ha utilizado para la fabricación del *fusuma* (en japonés, 襖)⁴³² y el *emakimono*⁴³³ (en japonés, 絵巻物). Por ejemplo, en la obra *Genji monogatari*, la más famosa del periodo Heian de Japón, se empleó el papel *torinoko*.⁴³⁴ La descripción de este papel en el libro *Wakan sansai zue* es la siguiente: suave y fácil de escribir, durable, debería llamarse el rey del papel.⁴³⁵

Originalmente, el papel *torinoko* estaba hecho de *gampi* al cien por cien, pues tenía la ventaja de prevenir plagas. Sin embargo, el árbol era muy difícil de cultivar, por lo que la oferta de soporte era pequeña y el precio bastante alto. Como consecuencia de ello, los fabricantes agregaron fibras de otras especies de árboles, como *mitsumata*, para aumentar la resistencia del papel y reducir el brillo. También usaron pulpa de madera para abaratar el precio.

De acuerdo con la proporción de los ingredientes a la hora de preparar la mezcla, el papel *torinoko* se puede dividir en (véase fig. 168):

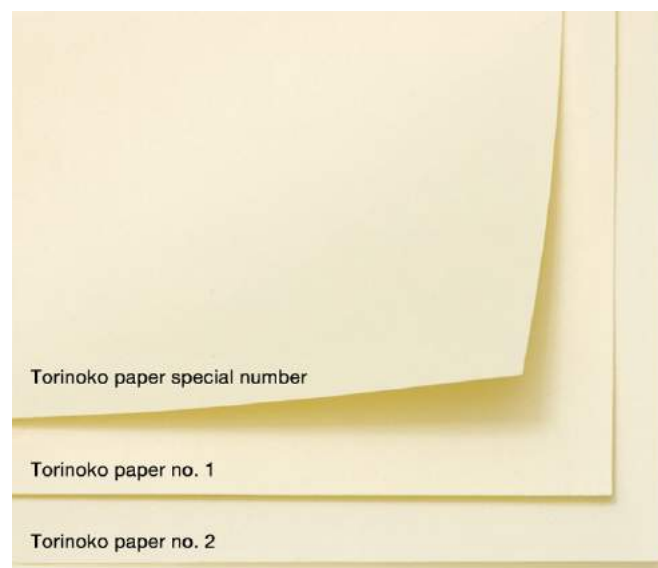


Fig. 168. Papel *torinoko*.

⁴³² Comúnmente encontrado en los edificios tradicionales japoneses, es una puerta corredera horizontal hecha de papel y montada sobre un marco de madera. También se puede utilizar para redefinir el espacio de las habitaciones.

⁴³³ Es un tipo de obra japonesa ilustrada en forma horizontal.

⁴³⁴ HAYASHI, Isao, *Técnicas y materiales de la pintura de minerales y aglutinantes*. 膠彩畫材料與技法. Trad. LIAO, Rui Fen, Artist Publishing, Taipéi, 2002, p. 45.

⁴³⁵ MIYAMOTO, Tsuneichi, *Historia industrial III*. 産業史三篇. Mirai-sha Publishers, Tokio, 1976, p. 66.

Papel *torinoko* especial: 100% *gampi*.

Papel *torinoko* no. 1: *gampi* + *mitsumata*.

Papel *torinoko* no. 2: *mitsumata* 100%.

Papel *torinoko* no. 3: *mitsumata* + pulpa de madera.⁴³⁶

Kōzoshi (en japonés, 楮紙):

Se elabora usando morera del papel como materia prima; es resistente y delgado, (véase fig. 169) y tiene fibras más largas que el *gampi* y el papel *mitsumata*. Por lo tanto, es más propicio para emplearlo como papel, pues tiene buenas propiedades de entrelazado y no es fácil de romper. Entre ellos, destaca el papel *usumino*, producto de la morera del papel, que se utiliza principalmente para transferir el boceto y reproducir la pintura.

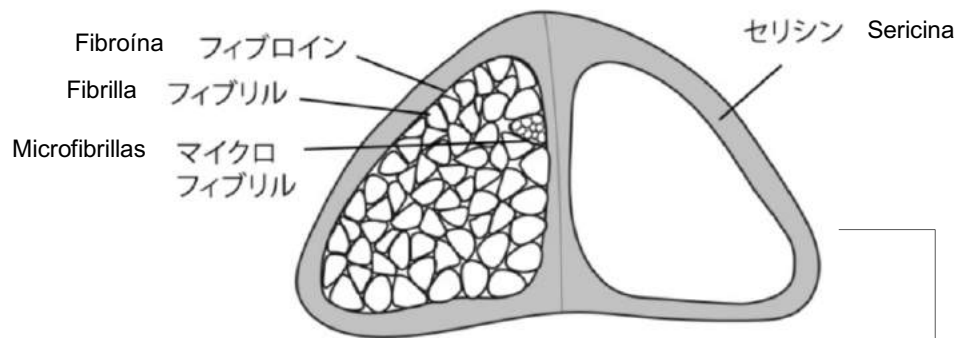


Fig. 169. Los tipos de *kōzoshi*.

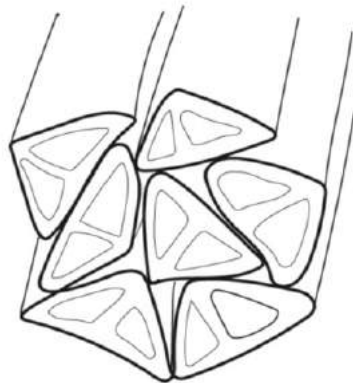
⁴³⁶ OGAWA Koji, *Secretos de los materiales y técnicas de Nihonga: Aprenda de los pintores de la escuela Kano a los pintores contemporáneos*. 日本画画材と技法の秘伝集: 狩野派絵師から現代画家までに学ぶ. Nichibou Publication, Tokio, 2016, p. 138.

4.1.2. Seda

La mayor parte de la seda utilizada en la pintura nihonga es seda cruda (en japonés, 生絹), que no ha sido tratada con una solución de aglutinante y alumbre potásico. La seda se obtiene después de un tratamiento especial: se retuerce formando un hilo (véase fig. 170) y luego se entrelazan los hilos verticales y los horizontales (véase fig. 171).



Sección transversal de hilo de seda.



Estructura de hilo de seda.

Fig. 170. Detalle de hilo de seda.

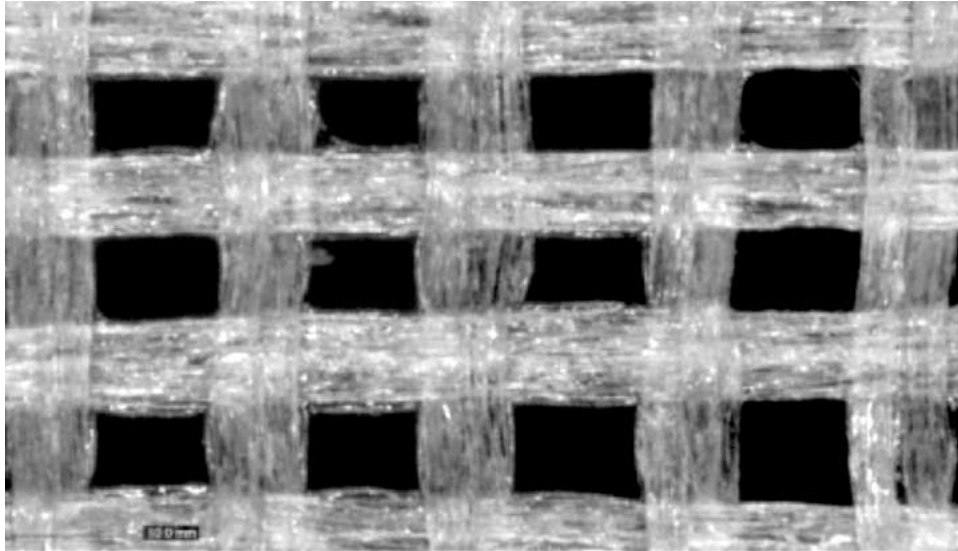


Fig. 171. Detalle de la seda (1 mm).

La seda tradicional hecha a mano mantiene su característica contracción, por lo que el hilo vertical se tuerce con fuerza, pero para el hilo horizontal no es necesario apretar demasiado, de modo que la seda tejida solo se encoge en una dirección cuando se moja con agua.⁴³⁷ Así no es fácil errar en el proceso de forrado y tensado sobre un bastidor. Además, la fuerza se puede controlar cuando se teje la seda a mano, de modo que no se rompa fácilmente.

La seda fabricada de maneja artesanal es costosa, por lo que también se ha desarrollado la seda elaborada a máquina. Sin embargo, debido a que la fuerza de tensado de la máquina es coincidente y el hilo de seda se retuerce con mucha fuerza, la contracción es muy diferente a la que muestra la seda manual.

Por otra parte, la velocidad de tracción de la máquina es más rápida; de este modo, es fácil romper y dejar nudos en la seda. En los últimos años, muchas fábricas han mezclado seda natural con materiales como el poliéster para hacer que la seda sea elástica y resistente al forrado.⁴³⁸ Sin embargo, debido a sus propiedades plásticas, el brillo natural se reduce. También, debido al carácter de la seda química, no es fácil que los pigmentos se adhieran. Por lo tanto, se debe prestar más atención a la calidad de este soporte.

⁴³⁷ HAYASHI, Isao, *Técnicas y materiales de la pintura de minerales y aglutinantes*. 膠彩畫材料與技法. Trad. LIAO, Rui Fen, Artist Publishing, Taipéi, 2002, p. 46.

⁴³⁸ *Resume de seda*. [Consultado el 14-3-2022]. Disponible en: http://www.rockpigment.com.tw/news_detail.php?id=25

El tipo de seda depende del grosor, que se conoce como *nichohi* (2 *chohi*, en japonés, 二丁樋), *nichohi-omome* (2 *chohi* pesado, en japonés, 二丁樋重目), *sanchohi* (3 *chohi*, en japonés, 三丁樋), etc. (véase fig. 172). Cuanto mayor sea el número, más gruesa será la seda. Cuanto mayor sea el tamaño de la obra, más gruesa deberá ser la seda que se utilice para aumentar su capacidad de carga.

La seda se forra, principalmente, en el bastidor (véase fig. 173). A diferencia del papel, como la seda es transparente, además de aplicar los pigmentos en el frente, se puede pintar en el reverso para conseguir una gradación mayor de los colores. Debido a la singularidad de la seda, no es recomendable que lleven muchas capas de pigmentos o pigmentos minerales más gruesos. Y si el proceso de forrado y tensado se lleva a cabo de forma incorrecta, la posibilidad de que los pigmentos se despeguen aumentará de manera considerable, amén de que la seda se suelta con este proceso.

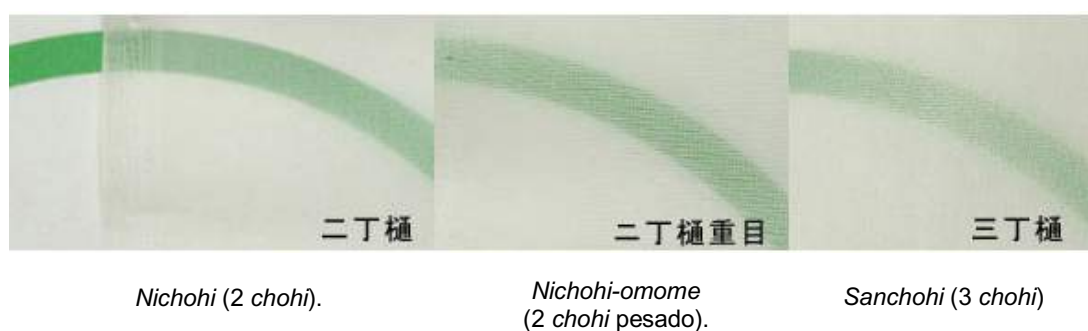


Fig. 172. Tipos de seda.



Fig. 173. Seda forrada en bastidores.

En términos de conservación, la seda es muy sensible a la humedad. Si está afectada por un exceso de humedad, no se podrá estirar bien para apretarla en el bastidor, lo que hará que la imagen no queda plana y sea difícil de pintar. Por lo tanto, se recomienda comprar el tamaño y la cantidad justa y almacenarla en un espacio con una adecuada temperatura y humedad. Asimismo, es menester que se guarden en rollos, que no se pueden doblar ni prensar, para evitar arrugas irreversibles.

Después de pintar sobre un soporte de seda, es necesario confirmar que los pigmentos estén cien por cien secos; de lo contrario, habrá posibilidades de que aparezca moho en el futuro.

4.1.3. Otros soportes.

Además del papel y la seda, el material base más utilizado para la pintura *nihonga* es la madera. En la antigüedad, se usaba principalmente para pinturas decorativas en templos o residencias nobles. Por ejemplo, el artista de mediados del período Edo, Itō Jakuchū (1716 - 1800), diseñó y pintó ciento sesenta y siete plantas distintas en tablas circulares de madera, cada una de 38 centímetro de largo, y las instaló en el techo del templo Shingyo-ji (véase fig. 174).⁴³⁹ Después de más de doscientos años, algunos colores se han caído o han amarilleado, pero aún se ve claramente el ambiente elegante creado por estas plantas y las vetas de la madera.



Detalles de las plantas de obra *Flores* de Itō Jakuchū.

⁴³⁹ Pintura del techo de Itō Jakuchū. [Consultado el 21-3-2022]. Disponible en: <https://reurl.cc/QjgxY0>.



Techo de templo Shingyo-Ji

Fig. 174. Itō Jakuchū, Flores. “花卉図”, 1150 x 480 cm.

Otro ejemplo es el *sugido-e* (en japonés, 杉戸絵), que era una técnica popular en la época del sogunato. Se pintaba directamente sobre la puerta, hecha con madera de *Cunninghamia lanceolata*. Los ejemplos más famosos son las obras *Elefante blanco* (véase fig. 175), de Tawaraya Sōtatsu (1570 - 1643), y *Perro y asagao* (véase fig. 176), pintada por Maruyama Ōkyo (1733 - 1795).



Fig. 175. Tawaraya Sōtatsu, *Elefantes blancos*. “白象図”, cada panel: 182 × 122.5 cm.



Fig. 176. Maruyama Ōkyo, detalles de *Perro y asagao*. “朝顔狗子図”, cada uno, 168.3 × 81.4 cm.

En la actualidad también se utiliza la madera como soporte, como se puede observar en las obras de Okamura Kasaburo (véase fig. 177). Este artista no pinta directamente sobre la madera, sino que antes la prepara. El proceso es el siguiente:⁴⁴⁰

- Quema ese lado del tablero hasta que queda negro.
- Utiliza una paletina para quitar las cenizas.
- Aplica una capa de solución formada por aglutinante y alumbre potásico sobre toda la superficie. Luego aplica otra capa de aglutinante más densa en el lado anterior.
- Aplica de cinco a ocho capas de pigmento de calcita, no. 10 a no. *byaku*.

⁴⁴⁰ El Sr. Keizaburo Okamura lo enseñó en el taller de la Academia de Bellas Artes de la Universidad de Tunghai en Taiwán en agosto de 2019.

- Finalmente, comienza a grabar sobre el soporte.



Fig. 177. Okamura Kasaburo, *Pez de norte*. “北冥の魚”, 215 × 1200 x 9 cm.

Este tratamiento ayuda, principalmente, a eliminar la humedad del interior de la madera y la alcaliniza para evitar una futura acidificación. La capa aplicada con la solución de aglutinante y alumbre potásico crea una película de protección que también evita que la resina se derrame.

Además, el lienzo que se emplea para la pintura al óleo, el lino, también se puede usar como soporte de nihonga. El lienzo de lino es fuerte y no se rompe fácilmente. Al utilizarlo, se debe prestar atención a si tiene nudos. Los expertos recomiendan elegir el lino que presente una textura más compacta.

Se puede forrar y tensar sobre un tablero o bastidor. Después de aplicar una capa de aglutinante, se prepara el soporte con pigmento gofun. Finalmente, se lija y así se obtiene una base pictórica con una textura similar a la del papel mencionado anteriormente.⁴⁴¹

Otros tipos de tela también se pueden tratar de esta manera.

⁴⁴¹ HAYASHI, Isao, *Técnicas y materiales de la pintura de minerales y aglutinantes*. 膠彩畫材料與技法. Trad. LIAO, Rui Fen, Artist Publishing, Taipéi, 2002, p. 47.

4.2. Aglutinantes.

El aglutinante se ha utilizado en la creación artística desde la antigüedad. Los aglutinantes animales son ricos en proteínas y, principalmente, están compuestos de aminoácidos. La diferencia entre ellos radica en el contenido de esos aminoácidos.⁴⁴² Este aglutinante está formado por pieles, huesos, tendones, etc. de animales. Se cuecen y se condensan. Luego se dejan enfriar, se cortan y se secan. Los aglutinantes utilizados en la pintura nihonga son los siguientes:

Sanzenbon nikawa (en japonés, 三千本膠⁴⁴³) es el aglutinante más antiguo y también se considera el más representativo de la pintura nihonga (véase fig. 178). Los ingredientes principales son la piel, el tendón y el hueso de vaca. El método de producción es relativamente simple y dejará una pequeña cantidad de impurezas como grasa; por eso, acusa una resistencia moderada al agua. Para una buena adherencia debe mantenerse seco.⁴⁴⁴



Fig. 178. *Sanzenbon nikawa*.

⁴⁴² KAO, Yung Lung, *Ir a la deriva: Discurso creativo sobre las pinturas de colores intensos de Kao Yung Lung*. Tesis doctoral dirigido por los profesores Lin Chang De y Zhan Qian Yu, Facultad de Bellas Artes, Universidad Nacional Normal de Taiwán, Taipéi, 2012, p. 81.

⁴⁴³ Las colas de procedencia animal utilizadas en nihonga, son equivalentes a las de la misma procedencia utilizadas en Occidente.

⁴⁴⁴ HAYASHI, Isao, *Técnicas y materiales de la pintura de minerales y aglutinantes*. 膠彩畫材料與技法. Trad. LIAO, Rui Fen, Artist Publishing, Taipéi, 2002, p. 37.

Shika nikawa (en japonés, 鹿膠) es un aglutinante procedente del ciervo (véase fig. 179) y se puede dividir en dos tipos: *shika nikawa* seco (en japonés, 乾燥鹿膠) y *nanjin shika nikawa* (en japonés, 軟靱鹿膠). El *shika nikawa* seco se desarrolló por primera vez a principios de era Taishō. En el pasado, la materia prima era la piel del ciervo, pero ahora se fabrica con piel, tendones y huesos de vaca. Además, tiene una excelente adherencia y transparencia. Por otro lado, el *nanjin shika nikawa* es un aglutinante mejorado del *shika nikawa* seco. Contiene un humectante para reducir la tensión durante el secado, de modo que la capa de pigmento no sea fácil de romper, y su adherencia y transparencia sean las mismas que las del *shika nikawa* seco. Los dos tienen forma de dado.



Nanjin shika nikawa.

Shika nikawa seco.

Fig. 179. Dos tipos de *shika nikawa*.

Tsubu nikawa (en japonés, 粒膠) surgió en el año 2007⁴⁴⁵ (véase fig. 180). La materia prima principal es la misma que la del *sanzenbon nikawa*, aunque con menos impurezas, una alta transparencia y una adhesión más fuerte. Presenta forma granular, por lo que su tiempo de disolución es relativamente corto. Pese a que es bastante viscoso, si la proporción de agua es muy alta, perjudicará la calidad adhesiva, que bajará bruscamente. Por lo tanto, puede ocurrir que los pigmentos se despeguen con

⁴⁴⁵ OGAWA Koji, *Secretos de los materiales y técnicas de Nihonga: Aprenda de los pintores de la escuela Kano a los pintores contemporáneos. 日本画画材と技法の秘伝集: 狩野派絵師から現代画家までに学ぶ*. Nichibou Publication, Tokio, 2016, p. 26.

el paso del tiempo. El *tsubu nikawa* contiene conservantes, razón por la cual se conserva durante más tiempo.



Fig. 180. *Tsubu nikawa*.

Funori (en japonés, ふのり) se elabora con algas rojas de *Gloiopeltis* (véase fig. 181). Se trata de un aglutinante muy viscoso; por este motivo, se emplea, especialmente, con otros aglutinantes para aumentar su viscosidad para aplicar la técnica del dorado.



Fig. 181. *Funori*.

Concentración del aglutinante:

Una concentración demasiado alta de aglutinante provocará el agrietamiento de la capa de pigmentos y una demasiado baja dificultará la adherencia de los colorantes. También deberá ajustarse de acuerdo con la temperatura, la humedad, el soporte y el tipo de pigmento. Por tanto, no hay una proporción determinada.

A modo de orientación, recogemos la proporción recomendada en distintos libros sobre los materiales recomendados para la pintura nihonga:

Materiales para la pintura nihonga: 200 ml de agua + 20 g de *sanzenbon nikawa*.⁴⁴⁶

Serie nueva técnica: técnica de expresión de nihonga: 200 ml de agua + 30 g de *sanzenbon nikawa*.⁴⁴⁷

Curso de técnica de nihonga: 200 ml de agua + 10 g de *shika nikawa*.⁴⁴⁸

Curso de técnica de nihonga: 200 ml de agua + 10 g de *tsubu nikawa*.⁴⁴⁹

En términos generales, en verano se suele utilizar un aglutinante más espeso. Además, las partículas más grandes de los pigmentos se aplican concentradas, más densas, y las más finas se pintan más diluidas, con poca densidad.

También debe ajustarse de acuerdo con las necesidades de la obra pictórica y las diferentes técnicas de pintura que se utilizarán. Por ejemplo, si se opta por el impasto, se necesita una concentración densa. Si se aplican las partículas finas capa a capa o el soporte es seda, se requiere una concentración ligera de aglutinante.

O bien podemos ajustarlo según las recomendaciones del fabricante. Por ejemplo, la cantidad de aglutinante recomendada por Isao Hayashi es la siguiente:

“Utilice las partículas más finas de pigmentos para hacer la base y aplicar las primeras capas de pintura. Cuando vaya a terminar el proceso, emplee los pigmentos compuestos por partículas más gruesas. Al principio, se usa el aglutinante más concentrado. A medida que se apila la capa de pigmento, la concentración del pegamento será más ligera. En la etapa del acabado, se ha de aplicar la menor

⁴⁴⁶ Fabricante Kiya, *Materiales de Nihonga*. 日本画の材料. Fabricante Kiya, Tokio, 1995, p. 31.

⁴⁴⁷ ISHIODORI, Koichi y TAKAGI Saburo, *Técnica de expresión de Nihonga: Persiguiendo la posibilidad en Nihonga*. 日本画の表現技法—日本画におけるマチエールの可能性を追求. Bijutsu Shuppan sha, Tokio, 1981, p. 29.

⁴⁴⁸ OGAWA Koji, *Secretos de los materiales y técnicas de Nihonga: Aprenda de los pintores de la escuela Kano a los pintores contemporáneos*. 日本画画材と技法の秘伝集: 狩野派絵師から現代画家までに学ぶ. Nichibou Publication, Tokio, 2016, p. 28.

⁴⁴⁹ OGAWA Koji, *Secretos de los materiales y técnicas de Nihonga: Aprenda de los pintores de la escuela Kano a los pintores contemporáneos*. 日本画画材と技法の秘伝集: 狩野派絵師から現代画家までに学ぶ. Nichibou Publication, Tokio, 2016, p. 28.

*cantidad posible para obtener un mejor efecto cromático de los pigmentos minerales.*⁴⁵⁰

Conservación de la solución de aglutinante:

Cuando el aglutinante toca el agua, comienza la cuenta atrás. Si el aglutinante se hierva durante mucho tiempo, la fuerza adhesiva disminuirá. En verano, como el clima es demasiado caluroso, su descomposición aumentará y podrá desprender un olor desagradable. Por lo tanto, es necesario cubrir la solución de aglutinante y refrigerarlo.

El aglutinante cambiará de líquido a sólido de 18 °C a 20 °C. Cuando se vaya a utilizar, solamente se debe extraer la cantidad adecuada y calentarla con agua. La cola que ha estado expuesta durante mucho tiempo todavía puede mezclarse con el pigmento, pero hará que el colorante mineral no muestre su color original, lo que puede afectar a toda la obra, amén de que aumenta la probabilidad de que la capa de pintura se desprenda. Por lo tanto, al calentar la cola, hemos de controlar la cantidad que vamos a utilizar.

4.3. Pinceles.

Existe una amplia tipología de pinceles utilizados en la pintura nihonga, que representan una de las herramientas utilizadas para crear textura en las obras de este estilo. Dependiendo de los diferentes materiales utilizados y las distintas técnicas empleadas, las pinceladas van a presentar determinadas características.

La mayoría de los pinceles están compuestos por pelo de oveja, ya que este aumenta la absorción del agua. Además, debido a los distintos tamaños de partículas presentados por los pigmentos nihonga, es necesario hacer una variedad de pinceles con distintas proporciones de pelo para lograr técnicas como la coloración uniforme, el lavado, el lineado, etc. Los siguientes son algunos de los pinceles más representativos de este estilo pictórico:

⁴⁵⁰ HAYASHI, Isao, *Técnicas y materiales de la pintura de minerales y aglutinantes*. 膠彩畫材料與技法. Trad. LIAO, Rui Fen, Artist Publishing, Taipéi, 2002, p. 39.

Tsuketate fude (en japonés, 附立筆): es el término general utilizado para nombrar un tipo de pincel caracterizado por su versatilidad (véase fig. 182). Está hecho de pelo de oveja, mezclando con pelo de caballo y de mapache para aumentar la rigidez del pincel. La distribución mixta del pelo se muestra en la figura 183. En esta misma línea existe también un pincel con más pelo de ciervo denominado sanba.

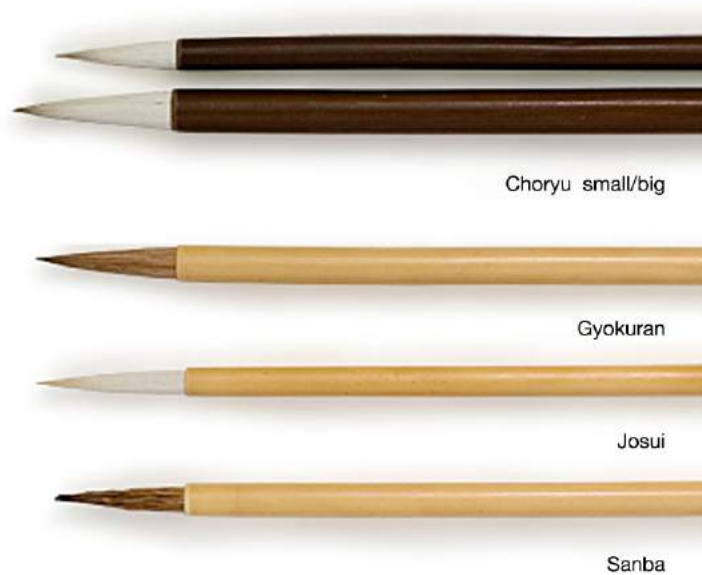


Fig. 182. *Tsuketate fude*.

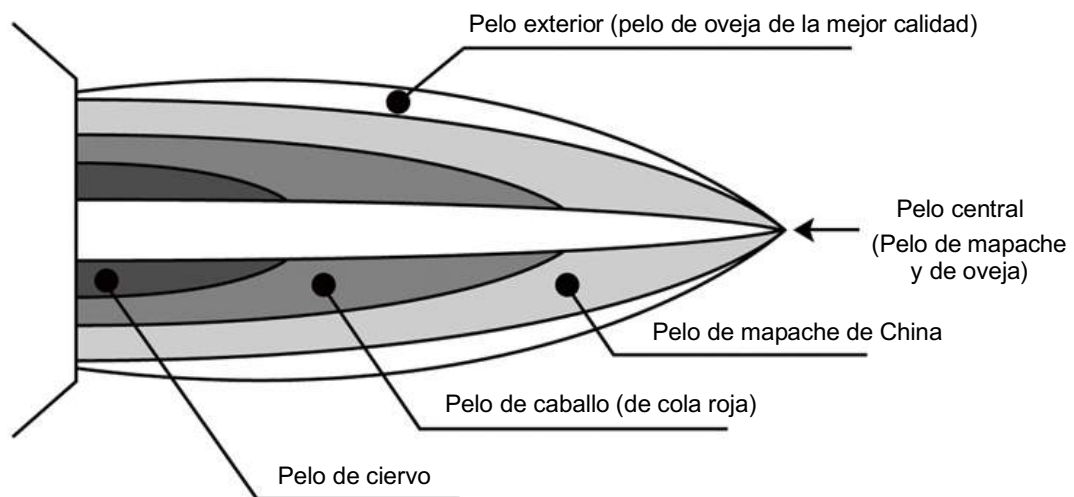


Fig. 183. Estructura de *tsuketate fude*.

Sokumyō fude (en japonés, 則妙筆) (véase fig. 184): el cuerpo principal de ese pincel está hecho de pelo de oveja y la punta está hecha de pelo de gato. Con él se puede dibujar líneas suaves y saturadas, adecuadas para colorear.



Fig. 184. *Sokumyō fude*.

Sakuyō fude (en japonés, 削用筆) (véase fig. 185 y 186): es el pincel especializado para el delineado, también es considerado como el más representativo de la pintura nihonga. Está hecho principalmente con el pelo de oveja y el centro del pincel está hecho de pelo de comadreja, esto le da una forma característica de punta afilada. Presenta la peculiaridad de que, aunque esté cubierto de mucha pintura, con él se puede trazar líneas finas. Tiene una buena absorción de agua y elasticidad. La versatilidad de este pincel hace que se puedan aplicar tanto líneas gruesas como finas y aplicar suavidad o dureza en las pinceladas.



Fig. 185. *Sakuyō fude*.

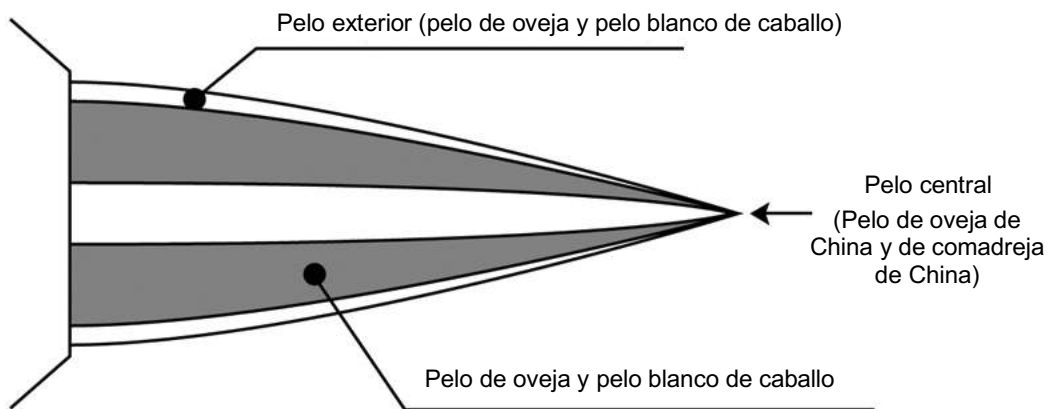


Fig. 186. Estructura de *sakuyō fude*.

Saisiki fude (en japonés, 彩色筆) (véase fig. 187): es un pincel redondeado. Se utiliza principalmente para recoger una gran cantidad de pigmentos granulares. La capa exterior está hecha de pelo de oveja, y el relleno está hecho de pelo de mapache, comadreja y pelo de ciervo. Sin embargo, ahora el rendimiento del pelo de ciervo es escaso, y en su lugar se utiliza pelo de caballo. Además de los pinceles cortos, también se producen pinceles para colorear, los cuales están hechos con pelos más largos para aumentar su carácter de absorber agua.



Fig. 187. *Saisiki fude*.

Kumadori fude (en japonés, 隈取筆) (véase fig. 188): También conocido como pincel para lavado, está hecho de lana, de pelo de ciervo o de comadreja. A diferencia de otros pinceles, se caracteriza por una punta más gruesa y por una forma redondeada. Es muy absorbente y está especialmente desarrollado para difuminar la pintura.



Fig. 188. *Kumadori fude*.

Mensō fude (en japonés, 面相筆) (véase fig. 189): los pinceles nihonga utilizados especialmente para dibujar líneas son: *sokumyō fude*, *sakuyō fude* y *mensō fude*. El nombre japonés *mensō fude* significa pincel para dibujar caras, porque en el pasado, se utilizaba principalmente para dibujar pelo humano y de animales, así como para trazar pequeñas líneas detalladas en los retratos. Este pincel está hecho con materiales duros y elásticos tales como el pelo de comadreja, de mapache, de gato, etc. Por lo tanto, la absorción de agua que presenta es baja, por lo que es adecuado para pigmentos de tamaño fino. No es fácil de ser utilizado para la aplicación de partículas gruesas. Para esto se necesitaría repetir el delineado de forma que se llegaran a obtener líneas saturadas, no obstante, la tasa de desgaste del pincel sería muy alta.



Fig. 189. *Mensō fude*.

Hira fude (en japonés, 平筆) y *ebake* (en japonés, 絵刷毛) (véase fig. 190): Cuando la pintura occidental fue introducida en Japón, trajo consigo la técnica del impasto, gracias a lo cual fueron desarrollados los pinceles *hira fude* y *ebake*, ambos hechos de pelo de oveja y de caballo. Normalmente, el segundo es más ancho que el primero. En ambos se aplica una capa de laca en la madera cercana al pelo para evitar la humedad.



Hira fude



Ebake

Fig. 190. *Hira fude* y *ebake*.

i (en japonés, 連筆) (véase fig. 191): este pincel, junto a otros, es utilizado para colorear áreas grandes. Tiene una mayor absorción de agua que los pinceles planos y que el ebake, así como también transfiere una mayor saturación en el color de la pintura que los demás pinceles. Con respecto a la numeración de este pincel, cuanto mayor sea el número, mayor anchura presentará. Está hecho de pelo puro de oveja y además se produce con pelo de caballo y de comadreja.



Fig. 191. *Renpitsu*.

4.4. Materiales y útiles.

Olla de barro (véase fig. 192): tiene la característica de ser resistente al calor (sin esmaltar). A través de ella se puede calentar aglutinante directamente, pero durante el proceso de calentamiento, es necesario retirar del fuego a tiempo para evitar la posibilidad de ruptura.



Fig. 192. Olla de barro.

Engrudo: se hace a base de *shōfunori* (en japonés, 生麩糊) (véase fig. 193) mezclado y cocinado con agua a través de baño María. La proporción de dicha mezcla es la siguiente: una parte de *shōfunori* por cada tres partes de agua. Ambos se cocinan hasta que el engrudo esté transparente. El resultado obtenido se deja enfriar (véase fig. 194), para posteriormente tamizarlo varias veces y conseguir una textura más suave. Este engrudo es indispensable para la restauración de obras de papel en países asiáticos.



Fig. 193. *Shōfunori*.



Fig. 194. Producción del engrudo.

Alumbre potásico: es uno de los principales ingredientes de la solución *dosa* (en japonés, 透礬水), la cual está hecha a base de aglutinante y alumbre potásico. La proporción para conseguirla es añadiendo de 10 a 13 gramo de *sanzenbon nikawa* (aglutinante de origen animal), 500 a 700 mililitros de agua y 3 gramos de alumbre potásico. Es necesario ajustar la proporción según los diferentes soportes. Demasiado alumbre potásico aumentará la posibilidad de fragilización del papel y la seda. Las utilidades de dicha solución son las siguientes:

- Conseguir impermeabilidad (véase fig. 195).
- Neutralizar la acidez de los soportes.
- Aumentar la saturación de la pigmentación (especialmente de los pigmentos muy finos y tintes.)
- Evitar la posibilidad de descamación de la pintura.
- Prevención contra insectos.

Al aplicar la solución se debe tener en cuenta que:

- Si se aplica sobre papel, se requiere una almohadilla del tamaño del papel.
- Se debe esperar a que se enfríe antes de ser utilizada. Las altas temperaturas harán que el material base sea más brillante, lo que afectará a la conservación de la obra en el futuro.
- Se debe añadir capa por capa en la misma dirección para reducir la formación de pelusa en el papel y evitar así aplicaciones repetidas.

- Se debe evitar su aplicación en tiempo lluvioso y húmedo.
- Cuando se aplique sobre papel de seda o más fino, es necesario diluir dos veces la concentración original antes de utilizarla.
- Si el papel es grueso, se debe aplicar por lo menos 5 veces.

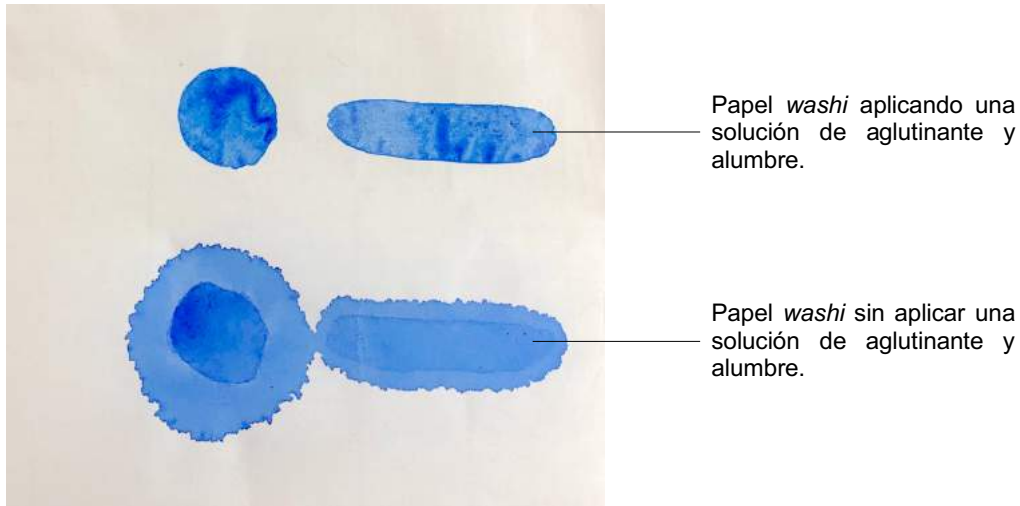


Fig. 195. Comparación sobre aplicación de solución de aglutinante y alumbre.

Tablero y bastidor: una extensa variedad de madera puede ser utilizada para la fabricación de tableros y bastidores. Para su fabricación se debe contar con dos capas de aparejo y lijarlos para llenar la porosidad característica de la madera, evitando así que la grasa de la madera se derrame y adquiera un efecto hidrófugo y antiséptico. También en el mercado hay tableros y bastidores de contrachapado.

Cuando estos soportes se deterioran, las obras se verán afectadas, haciendo que el papel se manche y se vuelva quebradizo. Por lo tanto, se suele poner un papel libre de ácido entre el tablero y el papel para reducir el deterioro.

Cuando el tamaño de la obra es mayor, la fuerza de contracción del papel forrado y tensado en el tablero, después del secado, será mayor. Además del apilamiento de las capas de pintura sobre el papel, la fuerza de apoyo del tablero juega un papel importante, es por ello por lo que en Japón se ha desarrollado un sistema para el tablero. El número máximo incluido en este sistema es de 500 distribuido según las medidas en centímetros para cada finalidad artística. En el sistema también se incluye el refuerzo del bastidor sujeto al marco por la parte trasera, este sistema también es adecuado para otros tipos de pintura.

Número	Figura (F)	Paisaje (P)	Marina (M)	Cuadrado (S)
0	18 × 14	18 × 12	18 × 10	18 × 18
1	22 × 16	22 × 14	22 × 12	22 × 22
SM	22.7 × 15.8	—	—	22.7 × 22.7
2	24 × 19	24 × 16	24 × 14	24 × 24
3	27.3 × 22	27.3 × 19	27.3 × 16	27.3 × 27.3
4	33.3 × 24.2	33.3 × 22	33.3 × 19	33.3 × 33.3
5	35 × 27	35 × 24	35 × 22	35 × 35
6	41 × 31.8	41 × 27.3	41 × 24.2	41 × 41
8	45.5 × 38	45.5 × 33.3	45.5 × 27.3	45.5 × 45.5
10	53 × 45.5	53 × 41	53 × 33.3	53 × 53
12	60.6 × 50	60.6 × 45.5	60.6 × 41	60.6 × 60.6
15	65.2 × 53	65.2 × 50	65.2 × 45.5	65.2 × 65.2
20	72.7 × 60.6	72.7 × 53	72.7 × 50	72.7 × 72.7
25	80.3 × 65.2	80.3 × 60.6	80.3 × 53	80.3 × 80.3
30	91 × 72.7	91 × 65.2	91 × 60.6	91 × 91
40	100 × 80.3	100 × 72.7	100 × 60.2	100 × 100
50	116.7 × 91	116.7 × 80.3	116.7 × 72.7	116.7 × 116.7
60	130.3 × 97	130.3 × 89.4	130.3 × 80.3	130.3 × 130.3
80	145.5 × 112	145.5 × 97	145.5 × 89.4	145.5 × 145.5
100	162 × 130.3	162 × 112	162 × 97	162 × 162
120	194 × 130.3	194 × 112	194 × 97	194 × 194
130	194 × 162	—	—	—
150	227.3 × 181.8	227.3 × 162	227.3 × 145.5	227.3 × 227.3
200	259 × 194	259 × 181.8	259 × 162	259 × 259
300	291 × 218.2	291 × 197	291 × 181.8	291 × 291
500	333.3 × 248.5	333.3 × 218.2	333.3 × 197	333.3 × 333.3

Tabla 20. Medidas usuales de cuadros de Japón.

Número	Figura (F)	Paisaje (P)	Marina (M)	Cuadrado (S)
10	①	①		⑥
12	①	①		⑥
15	①	①		⑥
20	①	①		⑥
25	①	①		⑥
30	②	②		⑥
40	②	②	③	⑥
50	⑥	②	③	⑦
60	⑥	②	③	⑦
80	②	②	③	⑦
100	②	②	③	⑦
120	②	②	③	⑦
130	②		⑦	
150			③	⑦
200			④	⑧
300			⑤	⑧
500			⑤	⑧

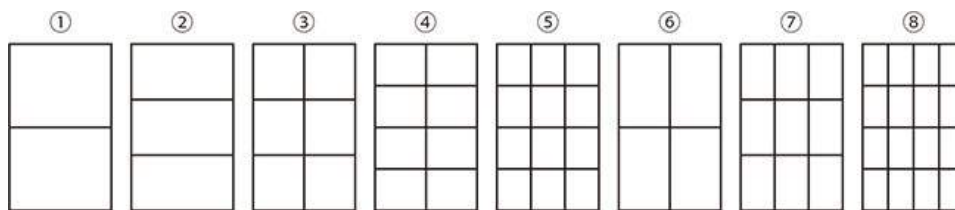


Tabla 21. Sistema de refuerzo por bastidor.

Paletinas: utilizadas principalmente para el proceso de forrado y tensado. Se diferencian los siguientes tipos:

- *Noribake* (en japonés, 糊刷毛) (véase fig. 196): brocha hecha de pelo de cola de caballo. Es utilizada especialmente para aplicar el engrudo.



Fig. 196. *Noribake*.

- *Uchibake* (en japonés, 打ち刷毛) (véase fig. 197): el ingrediente principal de esta paletina es la fibra del pecíolo de la palma. Después de pegar el papel al tablero, se golpea con la *uchibake* en los cuatro lados de este último para aumentar la pegajosidad entre ambos.



Fig. 197. Golpeando los lados del tablero.

- *Tsugu nzebake* (en japonés, 撫ぜ刷毛) (véase fig. 198): se utiliza para expulsar el aerógrafo durante el proceso de tensado y pegado del papel al tablero, para que este último quede ajustado y aplanado.



Fig. 198. *Tsugu nzebake*.

Hay más tipos de paletinas las cuales son utilizadas según los hábitos personales de los pintores.

Plato y platillo redondo de cerámica (véase fig. 199): se utilizan para moler pigmentos con el dedo, son principalmente de color blanco.



Fig. 199. Moliendo el pigmento con dedo.

Mortero de cerámica (véase fig. 200): se utiliza principalmente para moler *gofun*. Además, suele ser utilizado para moler el pigmento *suihi*, debido a que este presenta una textura dura y dificultades para ser molido a mano.



Fig. 200. Mortero de cerámica.

CAPÍTULO 5: ENSAYOS COMPARATIVOS.

Para profundizar en el estudio de los pigmentos minerales de la pintura nihonga y su relación con aglutinantes y soportes de diversa procedencia, se elaboraron tres ensayos de envejecimiento, en los que se tomaron, por un lado, pigmento de malaquita fabricado por la empresa italiana Zecchi. Por otro lado, pigmento de tierra verde de Verona del fabricante Kremer, como representantes de la muestra occidental. A estos se mezcló una misma proporción del aglutinante japonés *sanzenbon nikawa* y de cola de conejo, realizando sobre la mezcla pruebas de envejecimiento de radiación ultravioleta, de humedad y temperatura. Asimismo, se realizó un análisis óptico y físico de las muestras en un momento previo y posterior a cada prueba.

Además, teniendo en cuenta las tres tonalidades clara, media y oscura de los pigmentos minerales nihonga, estos se mezclaron con diferentes medios como goma arábiga, aceite de linaza, etc., para investigar los cambios en su color y apariencia. Posteriormente, se eligieron muestras pigmentarias de los cuatro fabricantes nihonga más representativos: Nakagawa Gofun Enogu y Sankichi, de Japón; Chi Yuan Tang, de Taiwán y Pekín Tianya, de China. Se analizó y comparó los pigmentos minerales y *shin-iwa* de cada fabricante a través de sus tamaños de partícula y sus características de coloración. Finalmente, se utilizó el método de fluorescencia a través de rayos X para profundizar en el estudio comparativo de la composición de los pigmentos minerales de fabricación asiática y occidental.

5.1. Ensayos de envejecimiento acelerado.

A continuación, se presenta el diagrama estructural de los distintos ensayos de envejecimiento realizados:

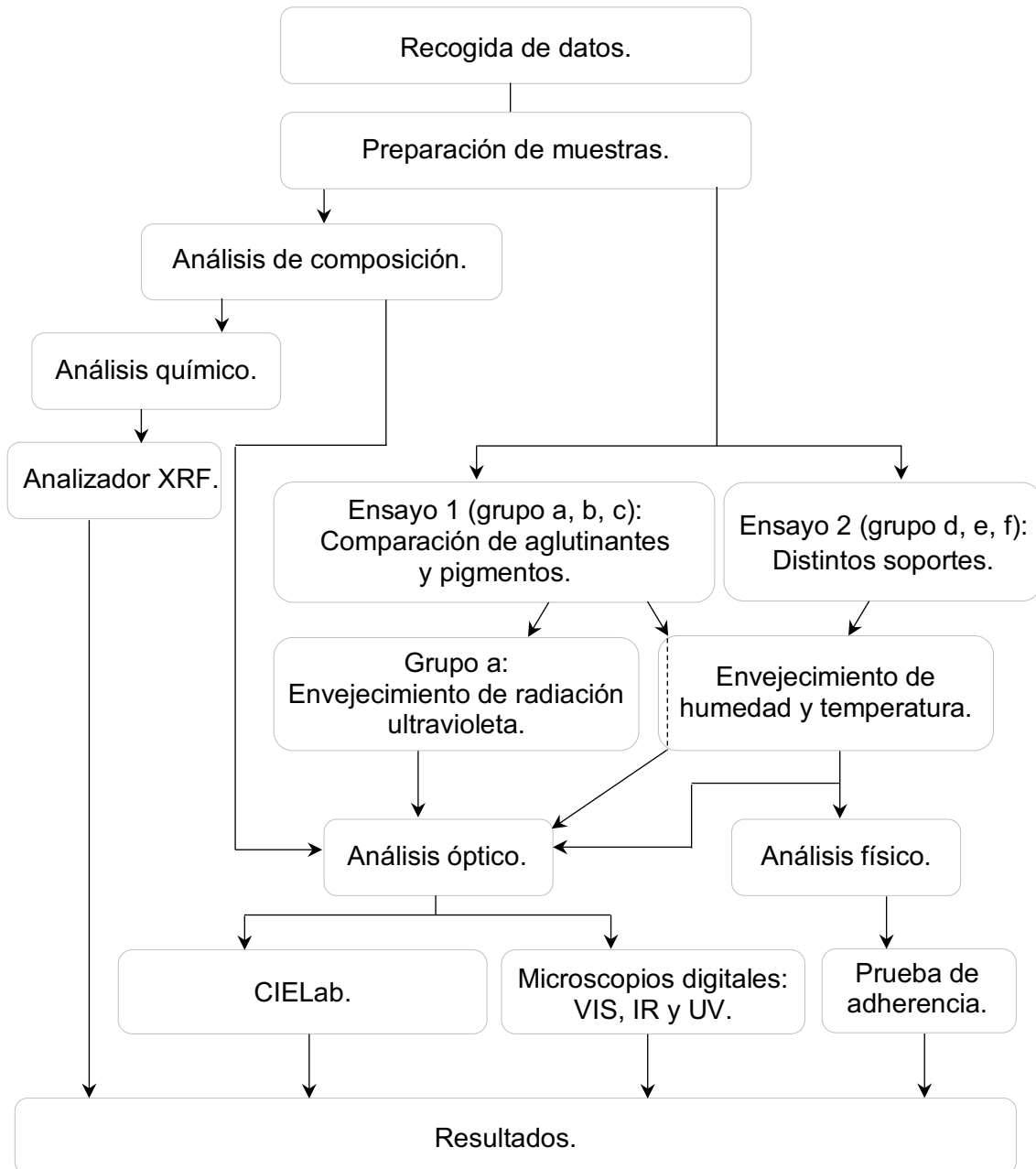


Fig. 201. Diagrama estructural de estudio de envejecimiento acelerado.

5.1.1. Preparación de las muestras.

La prueba de envejecimiento se dividió en dos ensayos, y en las siguientes secciones se explica la preparación de las muestras en detalle.

5.1.1.1. Ensayo 1: comparación de los aglutinantes y pigmentos.

La muestra total se dividió en tres grupos (a, b y c) dentro de los cuales se realizó una pigmentación mineral en recuadros cuyas dimensiones eran de 3 x 3 centímetros, como se detalla en los próximos apartados.

Para la preparación del de cada grupo (a, b y c) se realizó una aplicación del pigmento de acuerdo con el método nihonga tradicional, como se muestra la figura 202.

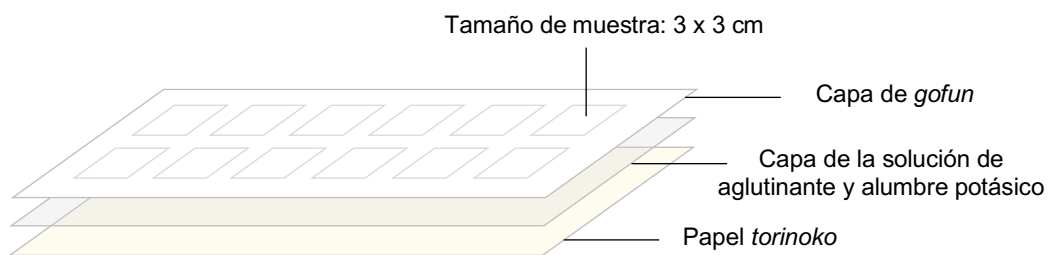


Fig. 202. Esquema de base.

Detalles de los materiales utilizados:

- Papel *torinoko* fabricado por la empresa Iwanoheizaburou Seishijyo.
- Proporción de solución de aglutinante y alumbre potásico: 10 a 13 gramos de *sanzenbon nikawa*, 500 a 700 mililitros de agua y 3 gramos de alumbre potásico. Esta solución se aplicó una vez en el anverso del papel, después en el reverso para finalizar con otra aplicación en el anverso.
- El pigmento *gofun* fue mezclado con *sanzenbon nikawa* en una concentración del 10%.

Pigmentos seleccionados (véase fig. 203, correspondiente a la numeración escalar de cada pigmento):

- Pigmentos minerales: No. 9 de jaspe verde (en japonés, 碧玉), No. *byaku* de *matsuba rokusho* (en japonés, 松葉緑青, hecho con malaquita) del

fabricante Chi Yuan Tang, malaquita verde de Zecchi y tierra verde de Kremer.

- Pigmentos artificiales: No. 9 de *shin-iwa gunroku* (en japonés, 群緑), No. *byaku* de *shin-iwa* verde (en japonés, 緑) y pigmento *suihi matsuba* (en japonés, 水干松葉色) del fabricante taiwanés Chi Yuan Tang.



Fig. 203. Pigmentos para ensayos.

- a. No. 9 de jaspe verde.
- b. No. *byaku* de *matsuba rokusho*.
- c. No. 9 de *shin-iwa gunroku*.
- d. No. *byaku* de *shin-iwa* verde.
- e. Pigmento *suihi matsuba rokusho*.
- f. Malaquita verde de Zecchi
- g. Tierra verde de Kremer.

Aglutinantes seleccionados (véase fig. 204):

El aglutinante *sanzenbon nikawa* (en japonés, 三千本膠) está hecho con pieles, tendones y huesos de vaca, también se define como cola fuerte en Occidente. Fabricado por la empresa Asahi Gelatine Industrial. La cola de conejo del fabricante Zecchi. Los dos aglutinantes fueron presentados en una misma proporción de 10%.



Izquierda: cola de conejo.
Derecha: *sanzenbon nikawa*.

Izquierda: solución de la cola de conejo.
Derecha: solución de *sanzenbon nikawa*.

Fig. 204. Aglutinantes: cola de conejo y *sanzenbon nikawa*.

Código de cada material:

u: concentración del 10% de *sanzenbon nikawa*.

v: concentración del 10% de cola de conejo.

N9: pigmento natural no. 9 de jaspe verde.

NB: pigmento natural no. *byaku* de *matsuba rokusho* (malaquita).

I9: no. 9 de pigmento *shin-iwa gunroku*.

IB: no. *byaku* de pigmento *shin-iwa* verde.

S: pigmento *suihi matsuba rokusho*.

ZE: pigmento natural de malaquita verde de Zecchi.

T: pigmento de la tierra verde de Kremer (aplica en capa superior).

t: pigmento de la tierra verde de Kremer (aplica en capa inferior).

- Grupo a:

Método de aplicación de los pigmentos: se aplicó una capa individual de cada pigmento (véase fig. 205).



Fig. 205. Esquema de las capas de pigmentos de grupo a.

- Grupo b:

Método de aplicación de los pigmentos: primero se aplicó una capa de pigmentación como la del grupo a y luego una capa del pigmento tierra verde (véase fig. 206).



Fig. 206. Esquema de las capas de pigmentos de grupo b.

- Grupo c:

Método de aplicación de los pigmentos: primero se aplicó una capa de tierra verde y luego una capa como la realizada en el grupo a (véase fig. 207).



Fig. 207. Esquema de las capas de pigmentos de grupo c.

Numeración de las muestras de ensayo 1:





































	Grupo a		Grupo b		Grupo c	
Aglutinante	<i>Sanzenbon nikawa</i>	Cola de conejo	<i>Sanzenbon nikawa</i>	Cola de conejo	<i>Sanzenbon nikawa</i>	Cola de conejo
Pigmento mineral jaspe verde	 uN9	 vN9	 uN9T	 vN9T	 uN9t	 vN9t
Pigmento mineral <i>matsuba rokusho</i> (malaquita)	 uNB	 vNB	 uNBT	 vNBT	 uNBt	 vNBt
Pigmento <i>shin-iwa gunroku</i>	 uI9	 vI9	 uI9T	 vI9T	 uI9t	 vI9t
Pigmento <i>shin-iwa verde</i>	 uIB	 vIB	 uIBT	 vIBT	 uIBt	 vIBt
Pigmento <i>suihi matsuba</i>	 uS	 vS	 uST	 vST	 uSt	 vSt
Malaquita verde de Zecchi	 uZE	 vZE	 uZET	 vZET	 uZEt	 vZEt

Tabla 22. Código de ensayo 1.

Diseño de ensayo 1:

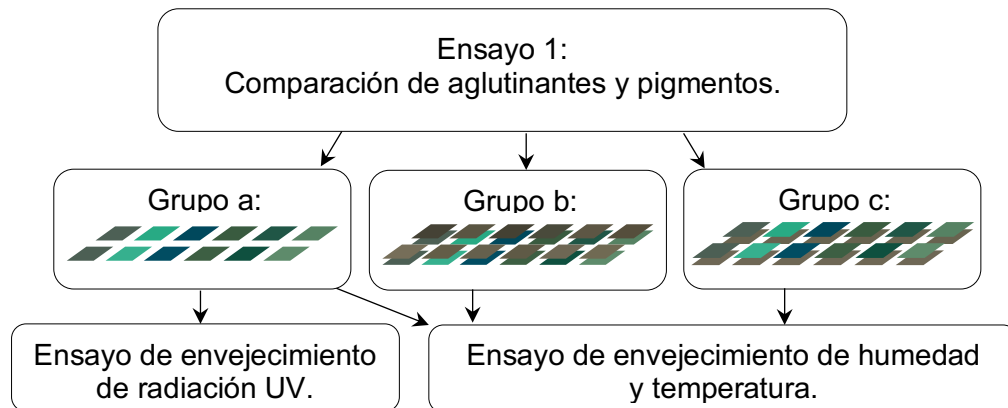


Fig. 208. Diagrama estructural del ensayo 1.

5.1.1.2. Ensayo 2: prueba de comparación de los distintos soportes.

En este ensayo se presentó la muestra dividida en tres grupos (d, e y f), dentro de los cuales se realizó una pigmentación mineral en recuadros cuyas dimensiones eran de 3 x 3 centímetros. Los detalles se explican en los siguientes apartados.

Pigmentos seleccionados:

Son los mismos que los del ensayo 1 (véase fig. 203).

Aglutinantes seleccionados:

Sanzenbon nikawa, fabricado por la empresa Asahi Gelatine industrial y cola de conejo del fabricante Zecchi. Ambos aglutinantes presentados en una misma concentración del 10%.

Código de material:

X: papel *torinoko*.

Y: aparejo absorbente de yeso mate.

Z: papel libre de ácido.

Los códigos de los materiales restantes coinciden con los representados en el ensayo 1.

- Grupo d:

Preparación del soporte: idéntica aplicación que en el ensayo 1 como se muestra en la figura 202.

Método de aplicación de los pigmentos: se aplicó una única capa, proceso idéntico al aplicado en el grupo a. del ensayo 1.

- Grupo e:

Preparación del soporte: el método utilizado se basó en la explicación del aparejo absorbente de yeso mate (véase fig. 209) aportada en el libro *Material, procedimientos y técnicas pictóricas II* del Prof. Dr. Manuel Huertas Torrejón⁴⁵¹.

Método de aplicación de los pigmentos: se aplicó una capa solamente.

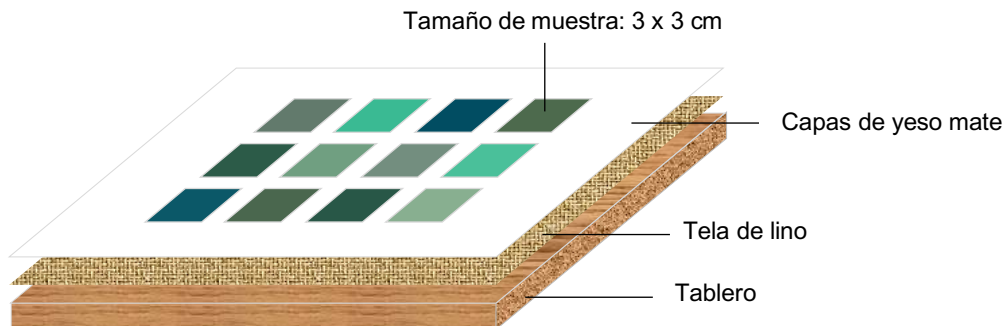


Fig. 209. Esquema de base de grupo e.

- Grupo f:

Preparación del soporte: se utilizó papel libre de ácido de la marca Canson.

Método de aplicación de los pigmentos: se aplicó una capa solamente.

⁴⁵¹ HUERTAS TORREJÓN, Manuel, *Materiales, procedimientos y técnicas pictóricas II*. Akal S.A., Madrid, 2010, p. 63-67.

Numeración de las muestras de ensayo 2:





























	Grupo d		Grupo e		Grupo f	
Aglutinante	<i>Sanzenbon nikawa</i>	Cola de conejo	<i>Sanzenbon nikawa</i>	Cola de conejo	<i>Sanzenbon nikawa</i>	Cola de conejo
Pigmento níneral jaspe verde	 uN9X	 vN9X	 uN9Y	 vN9Y	 uN9Z	 vN9Z
Pigmento mineral <i>matsuba rokusho</i> (malaquita)	 uNBX	 vNBX	 uNBY	 vNBY	 uNBZ	 vNBZ
Pigmento <i>shin-iwa gunroku</i>	 uI9X	 vI9X	 uI9Y	 vI9Y	 uI9Z	 vI9Z
Pigmento <i>shin-iwa verde</i>	 uIBX	 vIBX	 uIBY	 vIBY	 uIBZ	 vIBZ
Pigmento <i>suihi matsuba</i>	 uSX	 vSX	 uSY	 vSY	 uSZ	 vSZ
Malaquita verde de Zecchi	 uZEX	 vZEX	 uZEY	 vZEY	 uZEX	 vZEX

Tabla 23. Código de ensayo 2.

Diseño de ensayo 2:

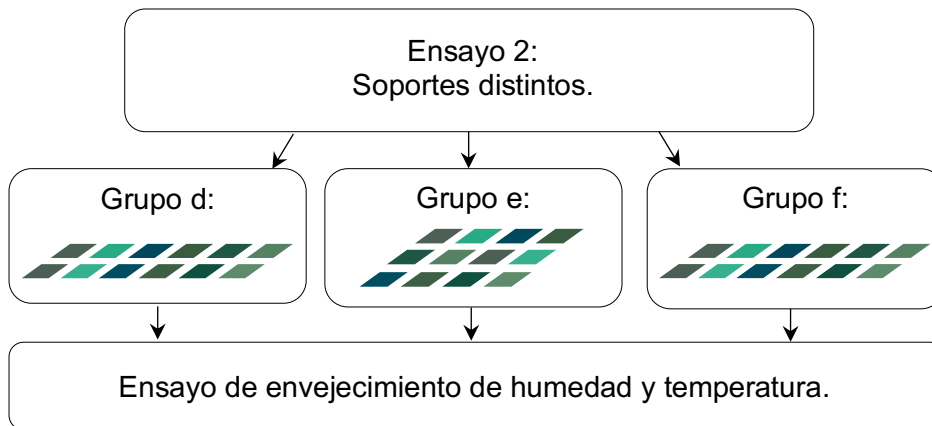


Fig. 210. Diagrama estructural del ensayo 2.

5.1.2. Equipamiento aplicado en la investigación.

Cámara de envejecimiento:

Tubo fluorescente UVA-340.

Programmable Bench Top Constant Temp. & Humid. Chamber (véase fig. 211):

El equipo de control de temperatura y humedad está equipado con una ventana de observación. Debido a que la máquina se suele colocar en contacto con el exterior, la luz del sol puede afectar al entorno interno de la máquina, por lo que la ventana de observación suele cubrirse. El cuerpo e interior de la máquina están hechos de una placa acero inoxidable SUS304. Además, contiene una capa de aislamiento térmico de poliuretano incorporado, lo que le confiere un excelente efecto de retención de térmico⁴⁵².

⁴⁵² Programmable Bench Top Constant Temp. & Humid. Chamber. [Consultado el 6-5-2022]. Disponible en: <https://reurl.cc/mooexM>



Fig. 211. Programmable Bench Top Constant Temp. & Humid. Chamber.

Microscopio digital, Dino-Lite Plus AM313T (véase fig. 212 y 213):

Contiene una exclusiva función instantánea Micro Touch para reducir la posibilidad de borrosidad de la imagen capturada y además posee un aumento variable según la distancia, pudiendo llegar a un alcance de 200x. Durante el estudio se pudo obtener una calidad de imagen nítida para observar el estado de la superficie de las muestras de forma previa y posterior al envejecimiento.



Fig. 212. Microscopio digital, Dino-Lite Plus AM313T.

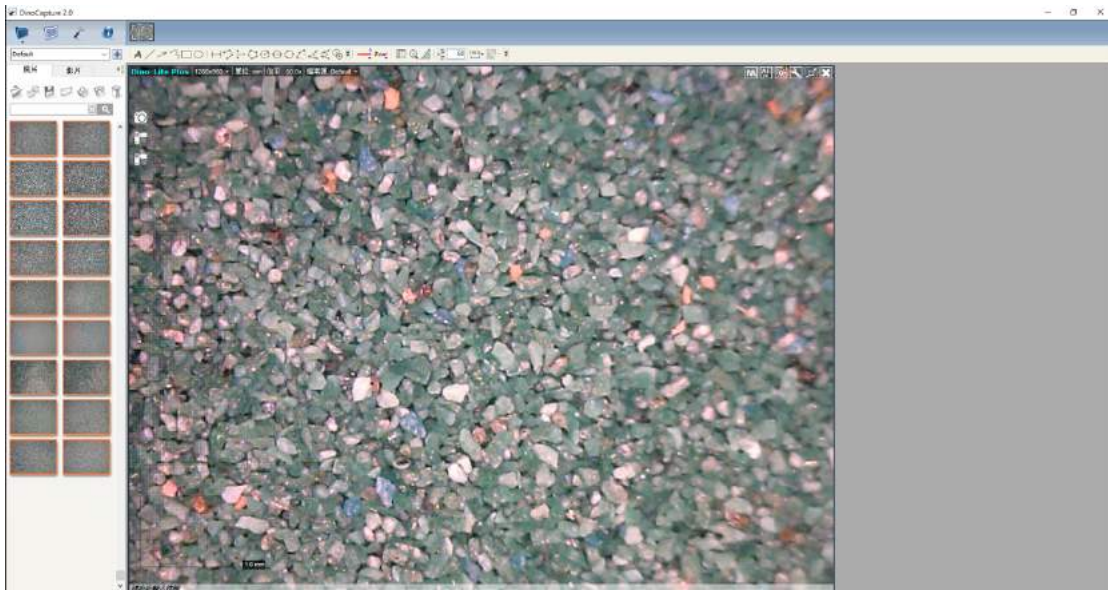


Fig. 213. Captura del programa de Dino-Lite.

Microscopio digital, Dino-Lite Edge AM4115FJT (véase fig. 214 y 215):

Equipado con iluminación LED infrarroja de 940 nm. A través de este aparato se puede visualizar imágenes a 1,3 megapíxeles que muestra los objetos con una gran calidad fotográfica dependiendo de la distancia, consiguiendo un aumento máximo de 220x. También contiene la función Micro Touch.



Fig. 214. Microscopio digital, Dino-Lite Edge AM4115FJT.

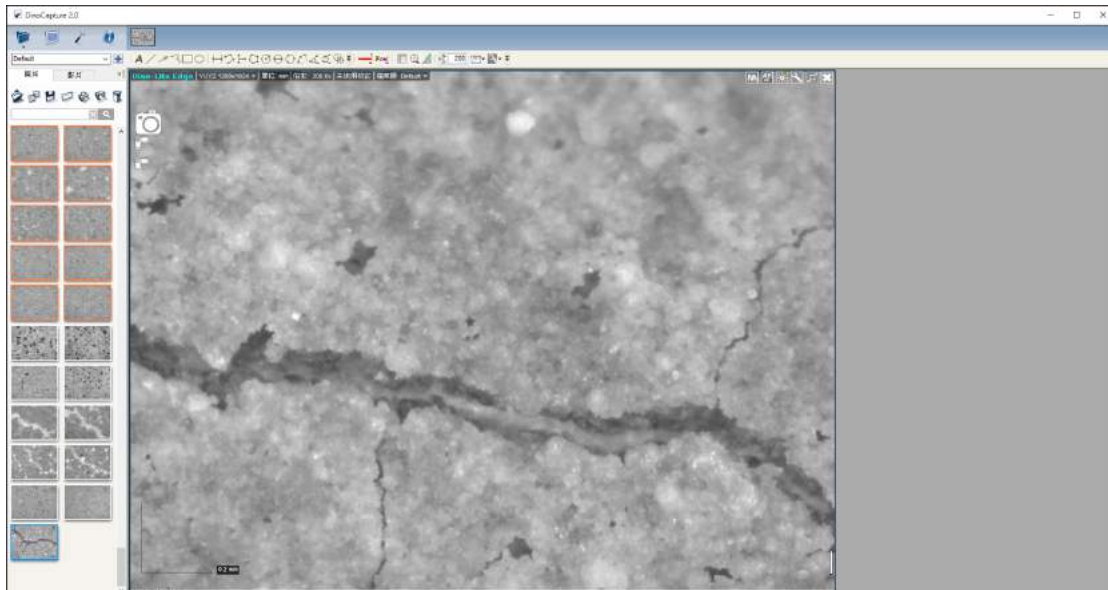


Fig. 215. Captura del programa de Dino-Lite.

Microscopio digital, Dino-Lite UV AM4115FVT (véase fig. 216 y 217):

Equipado con iluminación UV de 400nm con sensor de 1,3 megapíxeles de alta sensibilidad que permite examinar los objetos con mucho mayor detalle⁴⁵³. A través de esta máquina se pudo observar las muestras con varios aumentos dependiendo de la distancia, desde 10x a 200x bajo luz fluorescente ultravioleta.



Fig. 216. Microscopio digital, Dino-Lite UV AM4115FVT.

⁴⁵³ AM4115-FVT. [Consultado el 5-5-2022]. Disponible en: <https://reurl.cc/WrrV9D>

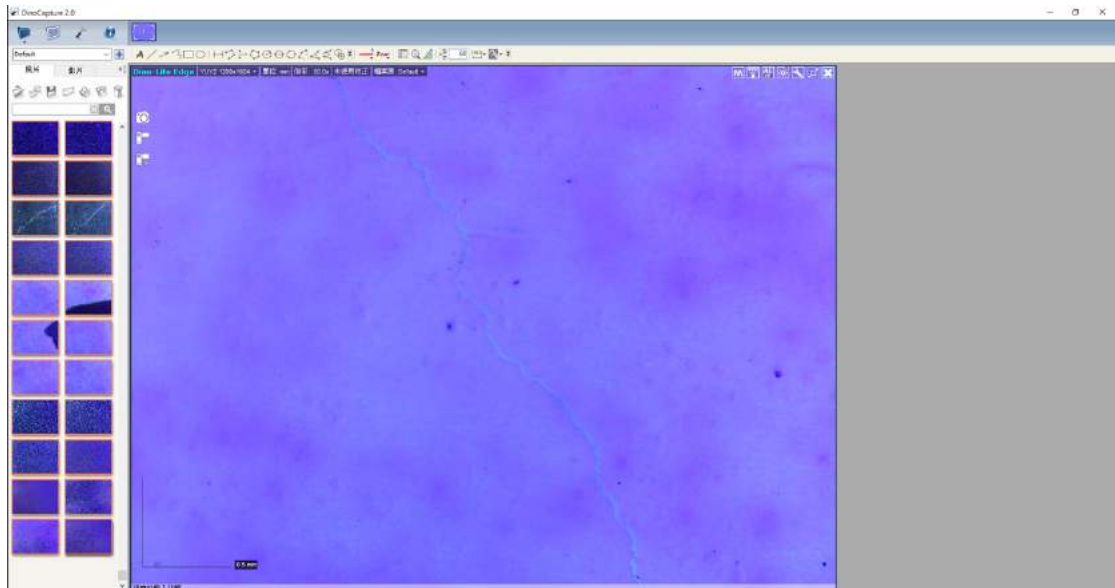


Fig. 217. Captura del programa de Dino-Lite.

Espectrofotómetro SA-5500 de Nippon Denshoku (véase fig. 218 y 219):

Se utiliza para medir el color de las muestras mediante métodos de reflectancia y transmitancia en un rango de longitud de onda de 380nm a 780nm. Su utilización emplea el sistema CIE Lab, desarrollado por la Comisión Internacional de la Iluminación para medir $L^*a^*b^*$ con precisión y mostrar ΔE^* , como se explica en el siguiente párrafo.



Fig. 218. Espectrofotómetro SA-5500 de Nippon Denshoku.

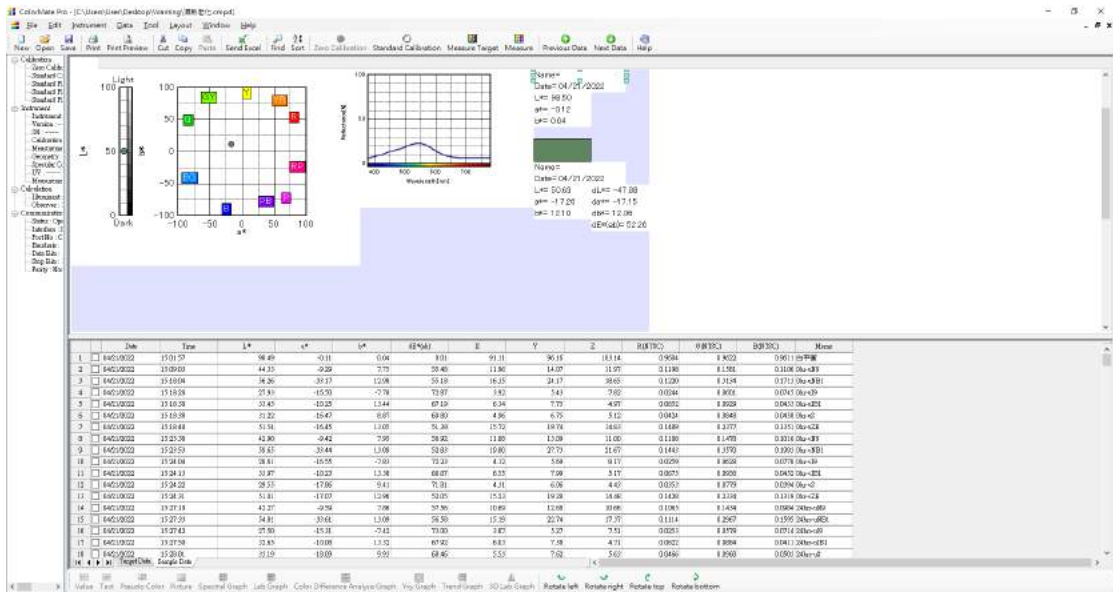


Fig. 219. Captura del programa de Espectrofotómetro SA-5500 de Nippon Denshoku.

Entre ellos, L^* es la iluminación del color ($L^*=0$ indica negro y $L^*=100$ indica blanca), a^* es la posición entre rojo y verde (valores negativos indican verde mientras valores positivos indican rojo) y b^* es un valor que va desde el azul al amarillo (valores negativos indican azul y valores positivos indican amarillo) (véase fig. 220)⁴⁵⁴. A continuación, se muestran las ecuaciones para obtener el valor de ΔE^* , hecho explicado en la tabla 24 del significado del valor según el color utilizado⁴⁵⁵:

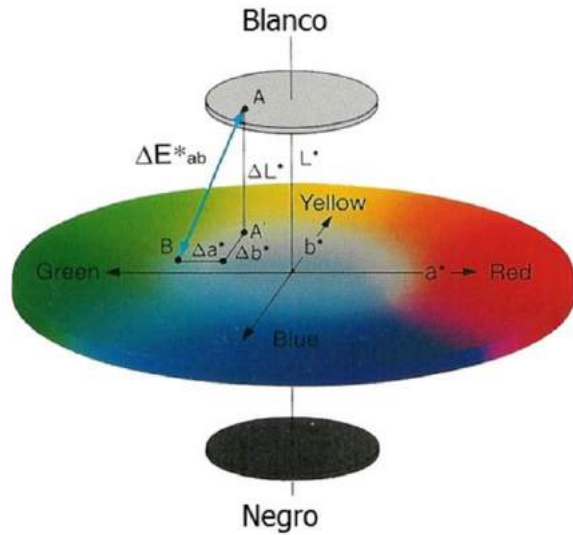


Fig. 220. Espacio de color CIE Lab.

⁴⁵⁴ AMORÓS, José E. Crespo, et al., *Cuadernos de investigación en la Ingeniería. Vol. I 2016: Avances en el área de materiales y sus procesos. Vol. 7, 3Ciencias*, Alicante, 2016, p. 42.

⁴⁵⁵ CHEN, Hsuan Yu, *Investigación del efecto sobre las propiedades del uso de lavado por inmersión en tinta de impresión negra*. Tesis doctoral dirigido por la profesora Tsai Fei Wen. Facultad de Museología y Mantenimiento de Antigüedades, Universidad Nacional de Arte de Tainán, Tainán, 2012, p. 75.

$$\Delta L^* = L_2^* - L_1^*$$

$$\Delta a^* = a_2^* - a_1^*$$

$$\Delta b^* = b_2^* - b_1^*$$

$$\Delta E^* = \sqrt{(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2}$$

Valor de diferencia de color (ΔE^*)	Reconocimiento del ojo humano
0 – 0.5	No visible
0.5 – 1.5	Leve
1.5 – 3.0	Notable
3.0 – 6.0	Apreciable
6.0 – 12	Grande
≥ 12	Muy grande

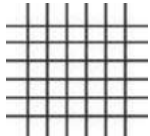
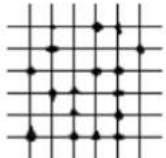
Table 24. Comparación del valor de las diferencias de color y la capacidad del reconocimiento de ojo humano.

Corte enrejado MIT-AT123 (véase fig. 221):

Está diseñado y fabricado de acuerdo con la norma ISO2409: 1992. El recubrimiento se corta y penetra en forma de cuadrícula mediante un corte enrejado. Luego se utiliza la cinta adhesiva 600 de 3M Scotch para ser adherida sobre la parte de la muestra que ha sido cortada. Después de ser pegada la cinta durante aproximadamente un minuto, se rasga instantáneamente. Finalmente, el resultado de la forma obtenida se clasifica en seis grados para evaluar la adhesión del recubrimiento separado del sustrato (véase tabla 25).



Fig. 221. Corte enrejado MIT-AT123.

Clasificación Clase ISO / Clase ASTM	Descripción	Aspecto de la superficie
0 / 5B	Los bordes de los cortes eran completamente lisos; ninguno de los cuadrados de la celosía estaba desprendido.	
1 / 4B	Desprendimiento de pequeñas escamas del recubrimiento en las intersecciones de los cortes. Se vió afectada un área de corte transversal no significativamente superior al 5%.	


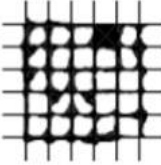
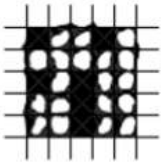
2 / 3B	El recubrimiento se ha descascarillado a lo largo de los bordes y/o en las intersecciones de los cortes. Se vió afectada un área de corte transversal significativamente superior al 5%, pero no significativamente superior al 15%.	
3 / 2B	El revestimiento se ha descascarillado a lo largo de los bordes de los cortes en forma parcial o total en tiras grandes, y/o se ha descascarillado en forma parcial o total en diferentes partes de los cuadrados. Se vió afectada un área de corte transversal significativamente superior al 15%, pero no significativamente superior al 35%.	
4 / 1B	El revestimiento se ha descascarillado a lo largo de los bordes de los cortes en grandes tiras y/o algunos cuadrados se han desprendido parcial o totalmente. Se vió afectada un área transversal superior al 35 %, pero no superior al 65 %.	
5 / 0B	Cualquier grado de descamación que no entre en la clasificación 4.	-

Table 25. Clasificación de resultado de las muestras.

5.1.3. Envejecimiento de radiación UV.

El grupo a. del ensayo 1 fue introducido a una cámara de envejecimiento perteneciente al Centro de Conservación de la Universidad de Cheng Shiu, en la que fue sometido a luz ultravioleta durante un total de 168 horas efectivas y utilizando intervalos de envejecimiento de: 0, 24, 48, 72, 96 y 168 horas. El equipo utilizado fue la cámara de envejecimiento con tubo fluorescente UVA-340, a través de la prueba ASTM G-154⁴⁵⁶. Se presentó una distribución espectral de energía dentro de un intervalo de 315 - 400nm.

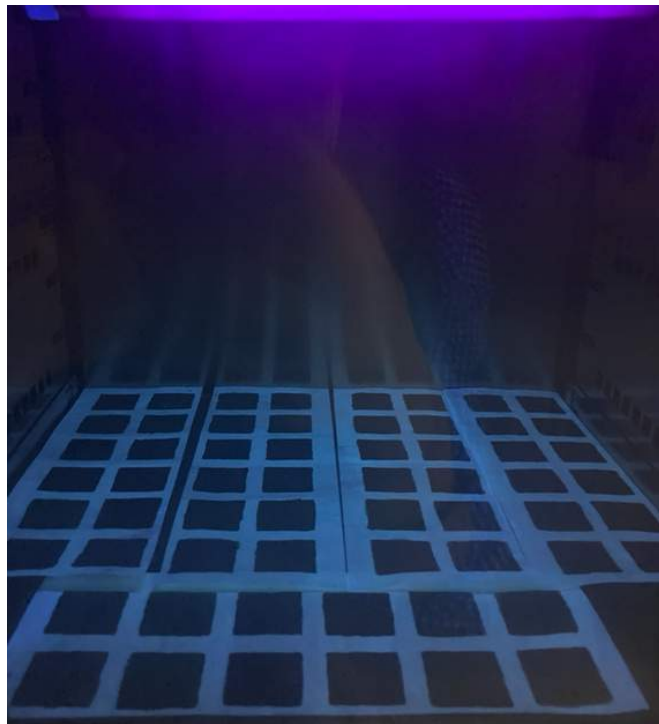


Fig. 222. Cámara de envejecimiento.

⁴⁵⁶ Eurolab Laboratory Services, *Pruebas de envejecimiento ASTM G154*. [Consultado el 28-4-2022].
Disponible en: <https://reurl.cc/6ZDYgk>

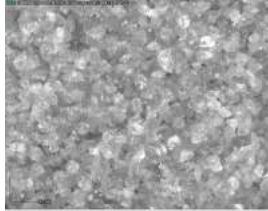
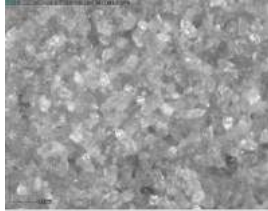
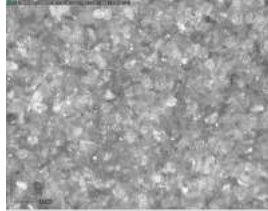
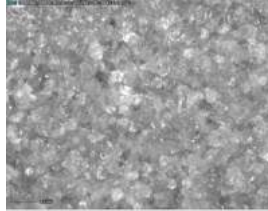
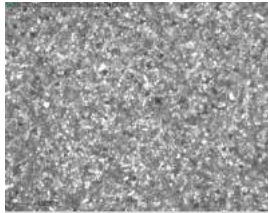
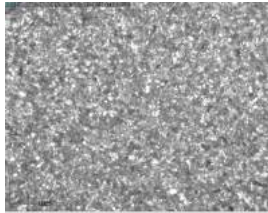
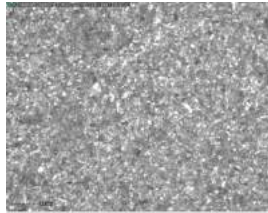
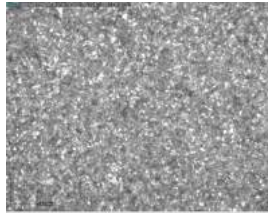
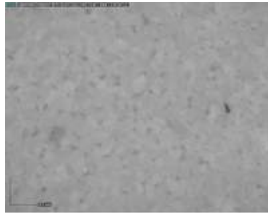
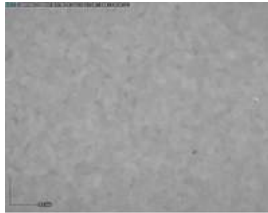
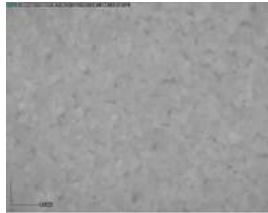
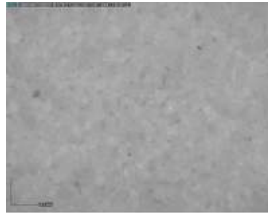
Se realizó una observación de la superficie de las muestras a través del microscopio óptico Dino-Lite Plus AM313T, a un aumento de 50x:

Antes del envejecimiento	Después del envejecimiento	Antes del envejecimiento	Después del envejecimiento
			
uN9	uN9	vN9	vN9
			
uNB	uNB	vNB	vNB
			
uI9	uI9	vI9	vI9
			
uIB	uIB	vIB	vIB
			
uS	uS	vS	vS

			
uZE	uZE	vZE	vZE

Tabla 26. Superficie de las muestras antes y después del envejecimiento de radiación UV obtenidas mediante microscopio óptico Dino-Lite Plus AM313T.

A continuación, se realizó una observación de las muestras a través del microscopio digital Dino-Lite Edge AM4115FJT, a un aumento de 200x:

Antes del envejecimiento	Después del envejecimiento	Antes del envejecimiento	Después del envejecimiento
			
uN9	uN9	vN9	vN9
			
uNB	uNB	vNB	vNB
			
uI9	uI9	vI9	vI9

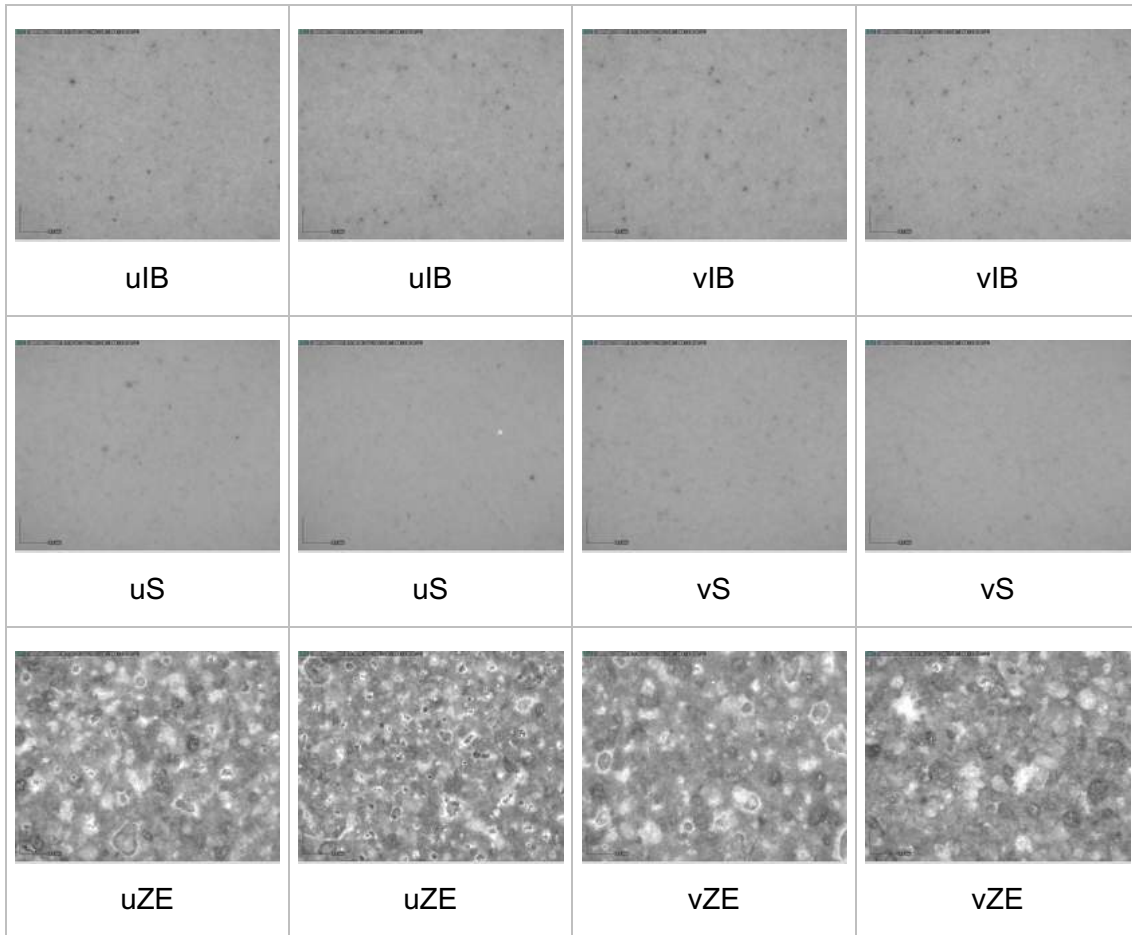
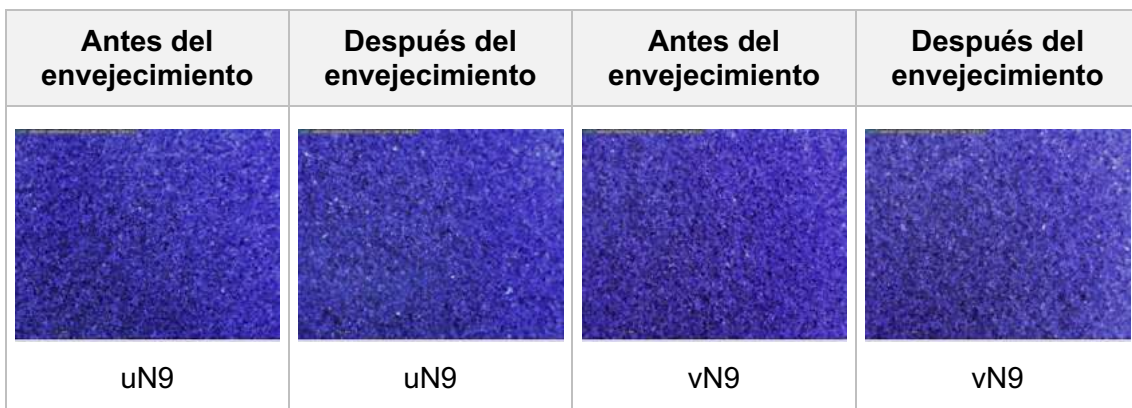


Tabla 27. Superficie de las muestras antes y después del envejecimiento de radiación UV, mediante el microscopio digital Dino-Lite Edge AM4115FJT.

Se realizó una revisión del estado de las muestras mediante el microscopio digital Dino-Lite UV AM4115FVT, a un aumento de 50x:



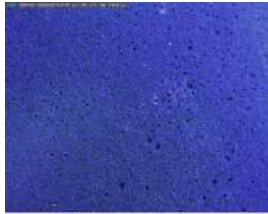
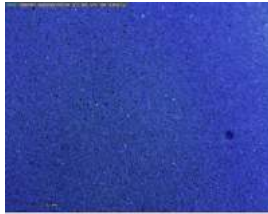


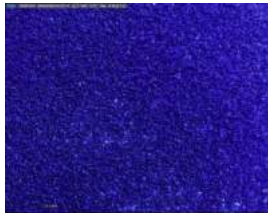
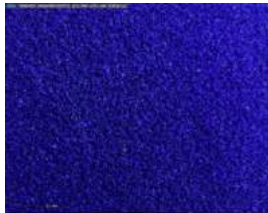


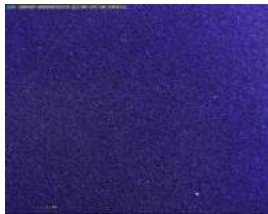
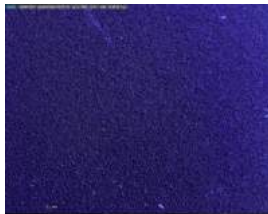
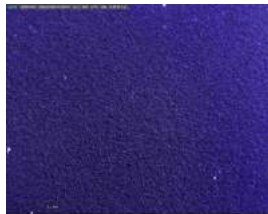

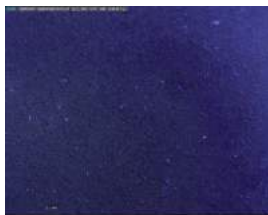





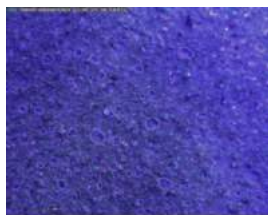

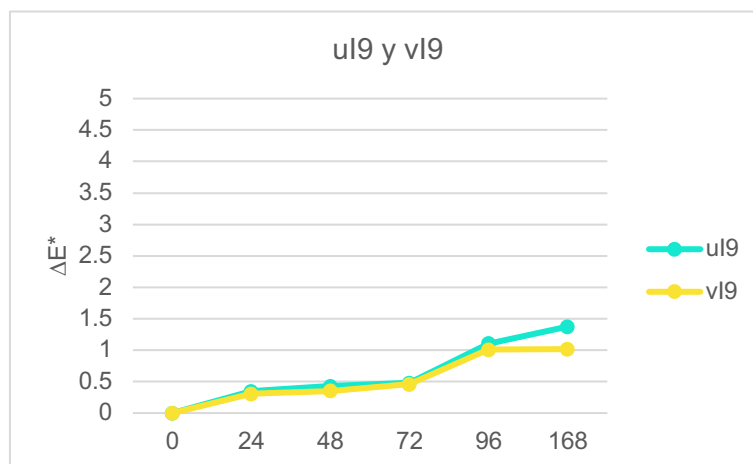
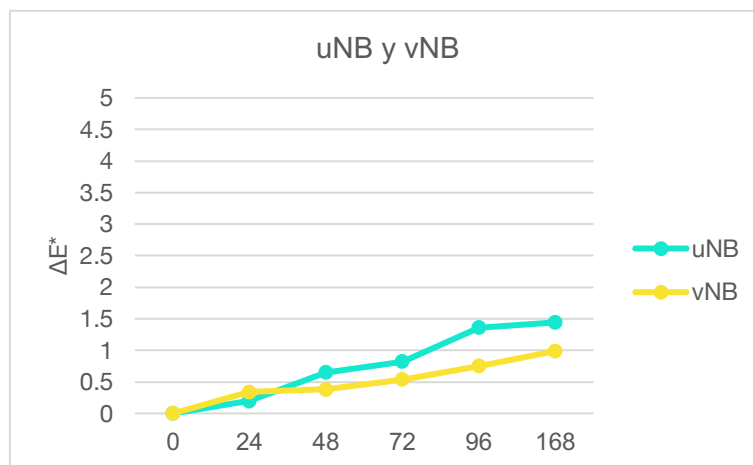
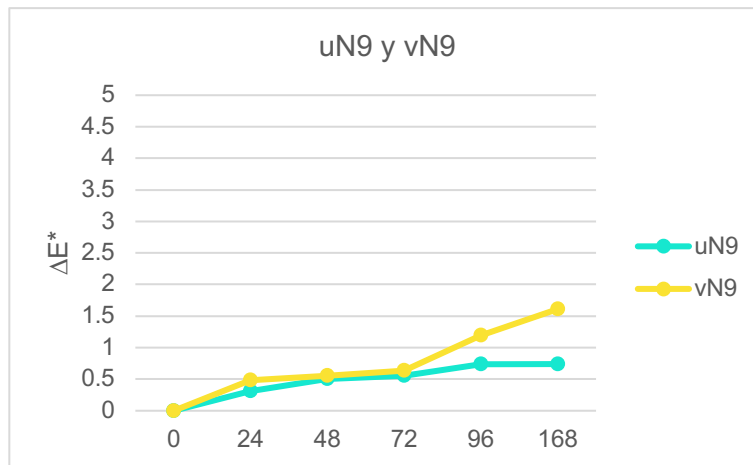
			
uNB	uNB	vNB	vNB
			
uI9	uI9	vI9	vI9
			
uIB	uIB	vIB	vIB
			
uS	uS	vS	vS
			
uZE	uZE	vZE	vZE

Tabla 28. Superficie de las muestras antes y después del envejecimiento de radiación UV, mediante el microscopio digital Dino-Lite UV AM4115FVT.

Se utilizó el espectrofotómetro SA-5500 de Nippon Denshoku para obtener los resultados de ΔE^* :



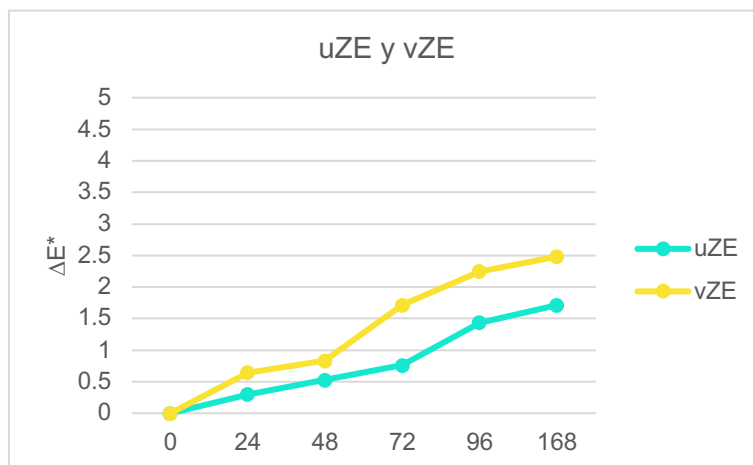
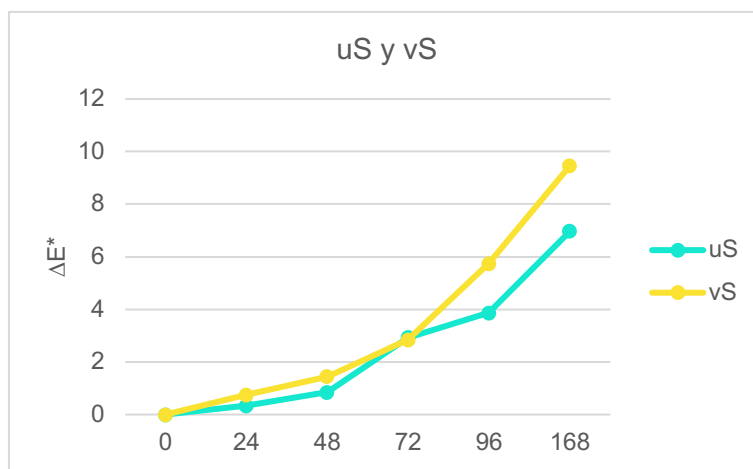
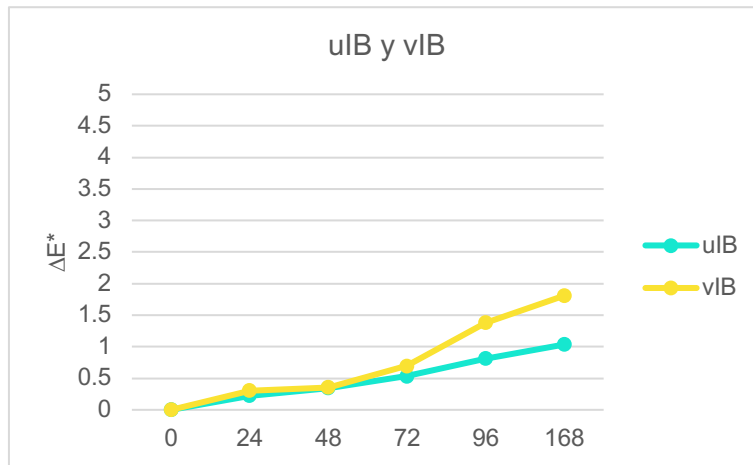


Fig. 223. Gráfico de línea de los cambios de ΔE^* de las muestras después del envejecimiento mediante radiación UV.

Según los resultados del ensayo de envejecimiento mediante radiación UV de una duración de 168 horas, observamos a través de los microscopios digitales con tres luces diferentes que, la superficie de las muestras no presentaba un deterioro significativo. De acuerdo con las diferencias en los valores presentados por los pigmentos minerales: no. 9 de jaspe verde y no. *byaku* de *matsuba rokusho*, así como las presentadas por los pigmentos artificiales: no. 9 de shin-iwa gunroku y no. *byaku* de *shin-iwa* verde, todo presentó una excelente solidez a la radiación UV. Los resultados muestran que la solidez del pigmento *suihi* era significativamente más débil que los demás, seguida por el pigmento de malaquita de la empresa Zecchi. La adherencia de los aglutinantes *sanzenbon nikawa* y cola de conejo eran similares, y la representación del color de los pigmentos en conjunción con la cola de conejo resultó ser relativamente débil.

5.1.4. Envejecimiento de humedad y temperatura.

Para los grupos a, b, c del ensayo 1 y los grupos d, e y f del ensayo 2 se realizó un envejecimiento de humedad y temperatura en el Centro de Conservación de la Universidad de Cheng Shiu con el equipo Programmable Bench Top Constant temp & humid Chamber (véase fig. 211). El tiempo total para esta prueba fue de 504 horas, los intervalos de envejecimiento fueron de: 0, 24, 72, 216, 360, 504 horas.



Para esta prueba se ha tenido en cuenta los datos meteorológicos de Madrid 2021, la media de enero y diciembre con mayor humedad relativa fue de 77,3%⁴⁵⁷, y en estos ensayos el dato de humedad subleva a 95% (un 20% superior a la media de humedad relativa). El año 2021 ha sido el décimo más caluroso en España desde 1961, mostrando los 47,0 grados en Murcia, 46,9 grados en Córdoba y 46 grados en Granada, por lo que la temperatura se establece en 55 grados.

Observamos y comparamos la superficie de las muestras del ensayo 1 y ensayo 2 mediante los microscopios ópticos, Dino-Lite Plus AM313T, Dino-Lite Edge AM4115FJT y Dino-Lite UV AM4115FVT. Además, el ensayo 1, a través del espectrofotómetro SA-5500 de Nippon Denshoku para seguir estudiando más en profundidad la variación de color. Por otra parte, en el ensayo 2 se utilizó el corte enrejado MIT-AT123 para examinar la adhesión de los pigmentos y aglutinantes seleccionados sobre los distintos soportes después de 504 horas de envejecimiento.

⁴⁵⁷ Clima Madrid 2021. [Consultado el 28-4-2022]. Disponible en: <https://reurl.cc/q5LnR0>

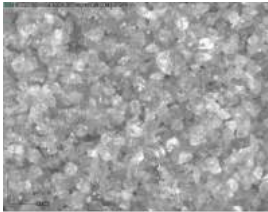
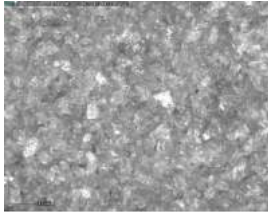
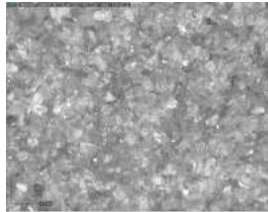
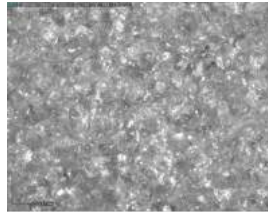
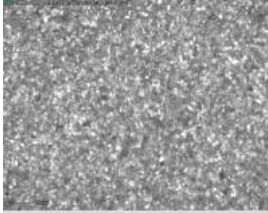

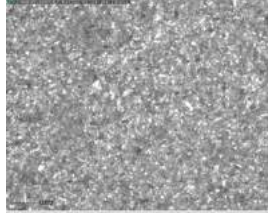

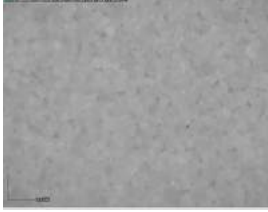
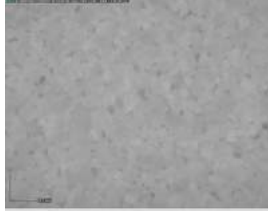
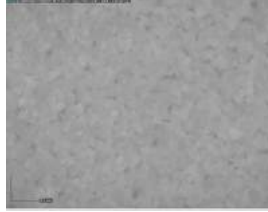
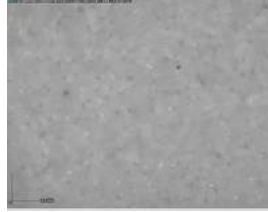
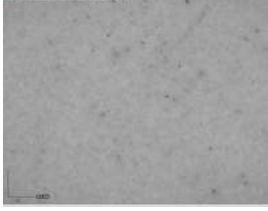
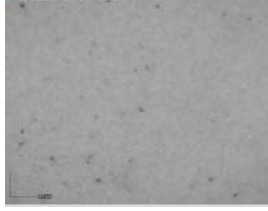
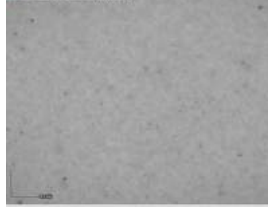
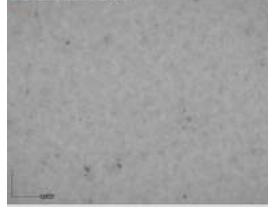
5.1.4.1. Resultados del ensayo 1

Primero, se muestra los resultados del grupo a:

Antes del envejecimiento	Después del envejecimiento	Antes del envejecimiento	Después del envejecimiento
 uN9	 uN9	 vN9	 vN9
 uNB	 uNB	 vNB	 vNB
 uI9	 uI9	 vI9	 vI9
 uIB	 uIB	 vIB	 vIB
 uS	 uS	 vS	 vS

			
uZE	uZE	vZE	vZE

Tabla 29. Superficie de grupo a. antes y después del envejecimiento mediante el microscopio óptico Dino-Lite Plus AM313T.

Antes del envejecimiento	Después del envejecimiento	Antes del envejecimiento	Después del envejecimiento
			
uN9	uN9	vN9	vN9
			
uNB	uNB	vNB	vNB
			
uI9	uI9	vI9	vI9
			
uIB	uIB	vIB	vIB



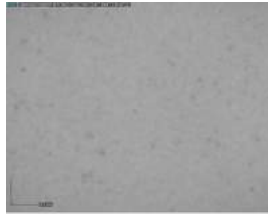

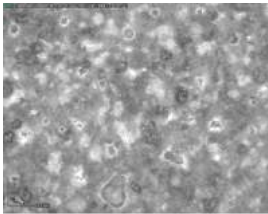
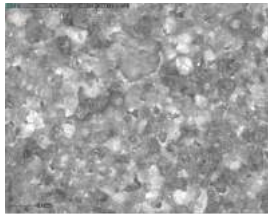
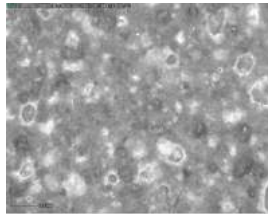
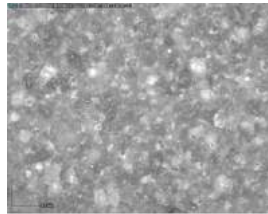



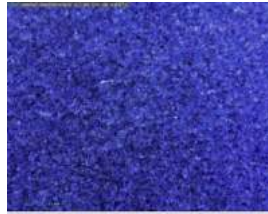
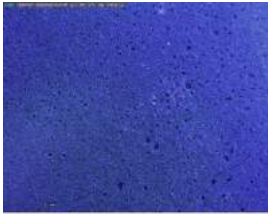
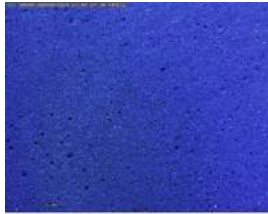


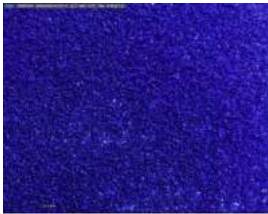
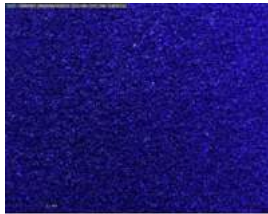

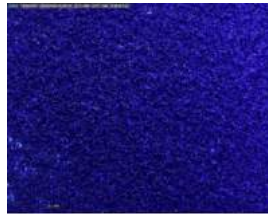
			
uS	uS	vS	vS
			
uZE	uZE	vZE	vZE

Tabla 30. Superficie de grupo a, antes y después del envejecimiento mediante del microscopio digital Dino-Lite Edge AM4115FJT.

Antes del envejecimiento	Después del envejecimiento	Antes del envejecimiento	Después del envejecimiento
			
uN9	uN9	vN9	vN9
			
uNB	uNB	vNB	vNB
			
uI9	uI9	vI9	vI9

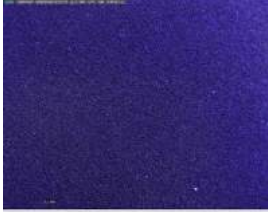
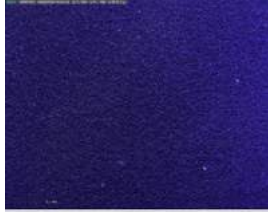

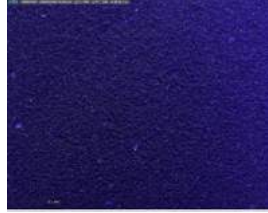
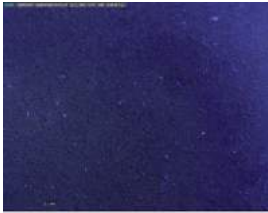
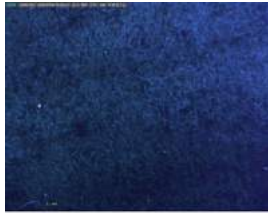




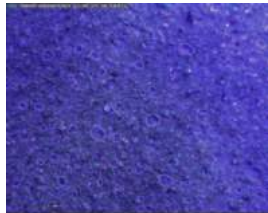

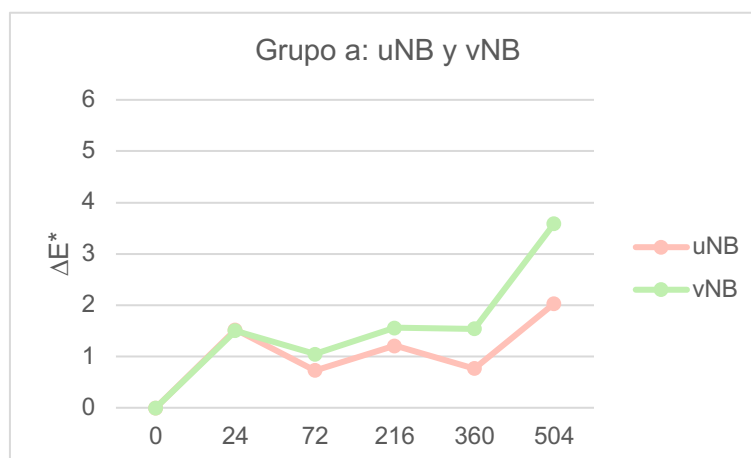
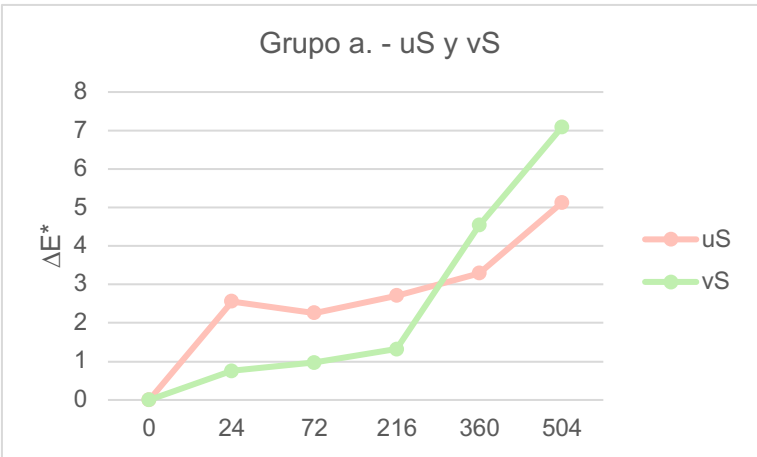
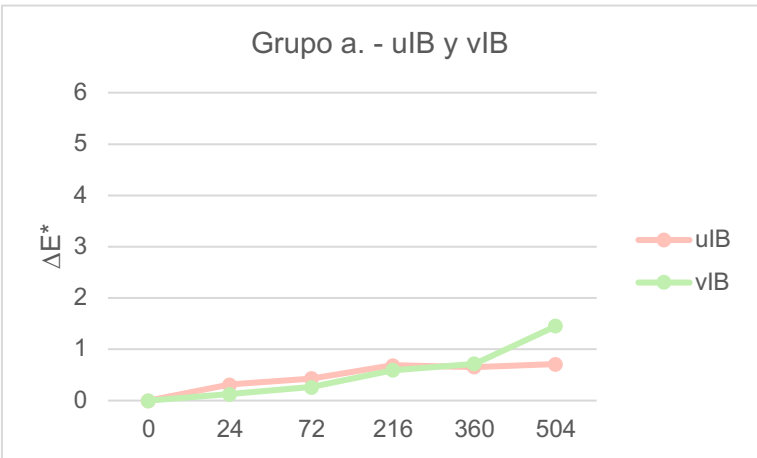
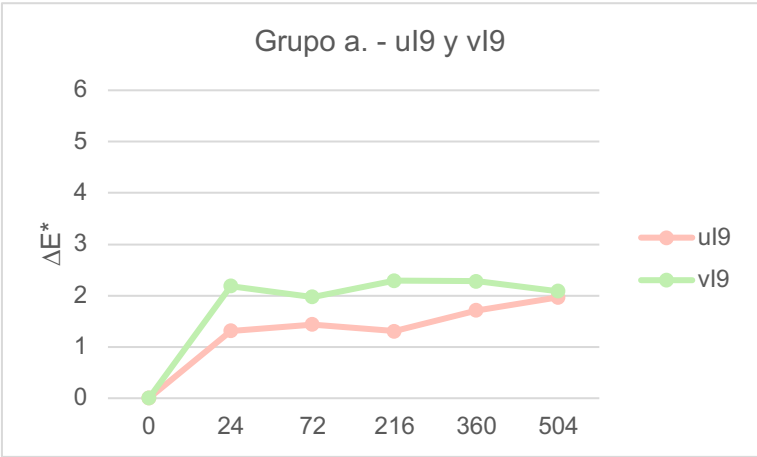
			
uIB	uIB	vIB	vIB
			
uS	uS	vS	vS
			
uZE	uZE	vZE	vZE

Tabla 31. Superficie de grupo a, antes y después del envejecimiento mediante del microscopio digital Dino-Lite UV AM4115FVT.

Datos de la variable ΔE^* en el grupo a:





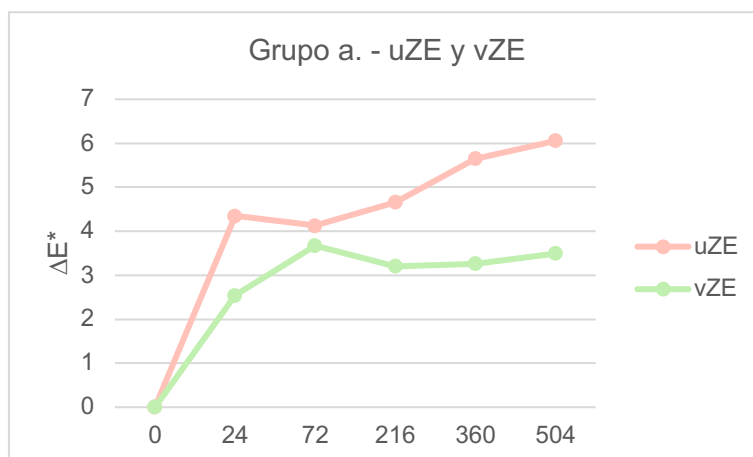




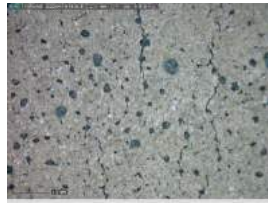

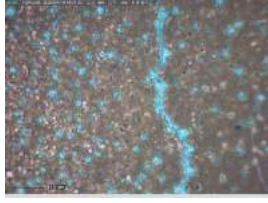


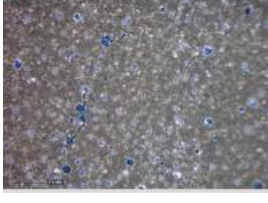


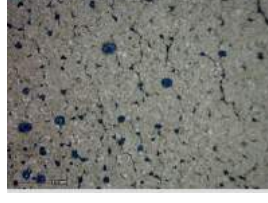




Fig. 224. Gráfico de los cambios en la variable ΔE^* de las muestras del grupo a. después del envejecimiento.

Podemos sintetizar los resultados del grupo a de la siguiente manera:

- Según la observación de la superficie de las muestras mediante los tres microscopios digitales, no se observó un deterioro evidente en todas ellas.
- A través del microscopio digital Dino-Lite Edge AM4115FJT, se observó claramente que el pigmento *shin-iwa* no tiene el brillo resplandeciente de los pigmentos minerales naturales.
- La mezcla del pigmento mineral de jaspe verde con aglutinante *sanzenbon nikawa* presentó una diferencia de color más acusada ($\Delta E^* = 5$), provocando una disminución en su claridad.
- La amplitud de cambio en la mezcla de los aglutinantes *sanzenbon nikawa* y la cola de conejo con el pigmento natural *matsuba rokusho*, fueron similares.
- A diferencia de los pigmentos minerales naturales, los pigmentos *shin-iwa* fueron relativamente estables, con valores ΔE^* no superiores a 3.
- Los pigmentos *suihi* y malaquita del fabricante Zecchi experimentaron una variación de color más notable. El pigmento *suihi* presentó más variaciones a través de la mezcla con cola de conejo ($\Delta E^* = 7.09$).
- El pigmento de malaquita del fabricante Zecchi presentó una gran diferencia en el tamaño de sus partículas minerales, dado que para la misma cantidad de

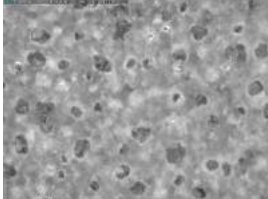
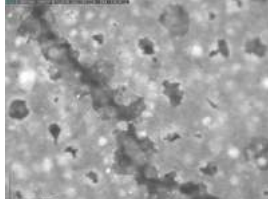
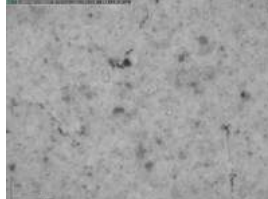
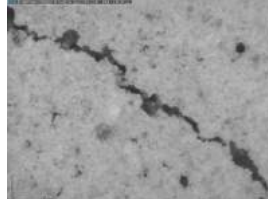
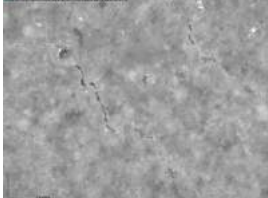
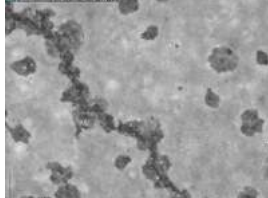
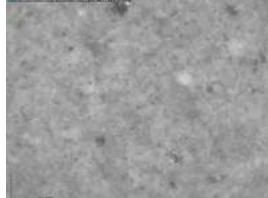
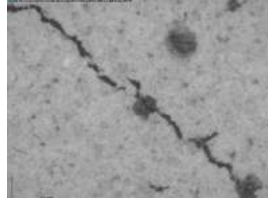
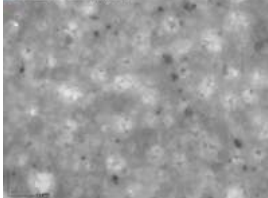
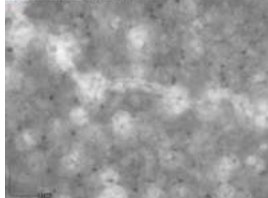
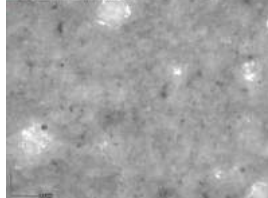
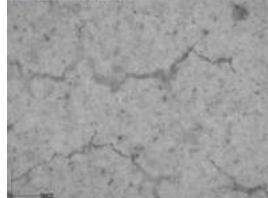
aglutinante empleado en el pigmento *suihi* aumentó el espesor de sus partículas finas cubiertas por el aglutinante, haciéndolo más susceptible al envejecimiento de los materiales adhesivos y, por lo tanto, acelerando su deterioro.

A continuación, se muestran los resultados del grupo b:

Antes del envejecimiento	Después del envejecimiento	Antes del envejecimiento	Después del envejecimiento
			
uN9T	uN9T	vN9T	vN9T
			
uNBT	uNBT	vNBT	vNBT
			
uI9T	uI9T	vI9T	vI9T
			
uIBT	uIBT	vIBT	vIBT

			
uST	uST	vST	vST
			
uZET	uZET	vZET	vZET

Tabla 32. Superficie de grupo b, antes y después del envejecimiento mediante del microscopio óptico Dino-Lite Plus AM313T.

Antes del envejecimiento	Después del envejecimiento	Antes del envejecimiento	Después del envejecimiento
			
uN9T	uN9T	vN9T	vN9T
			
uNBT	uNBT	vNBT	vNBT
			
uI9T	uI9T	vI9T	vI9T

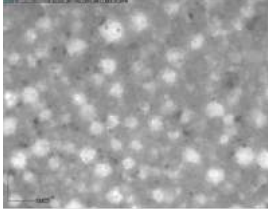
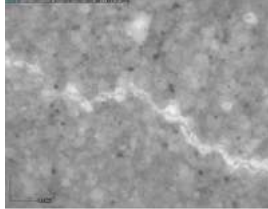
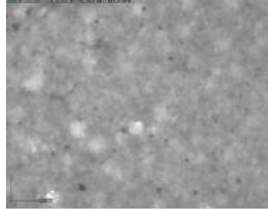
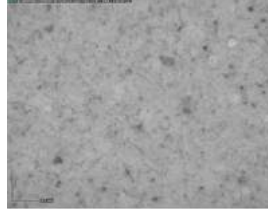
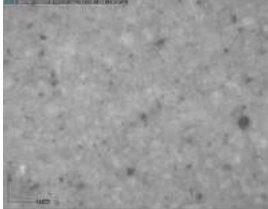
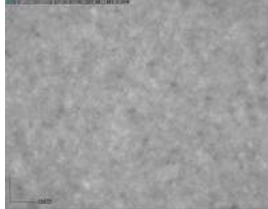
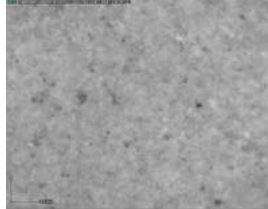
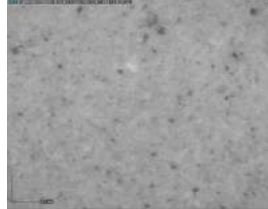
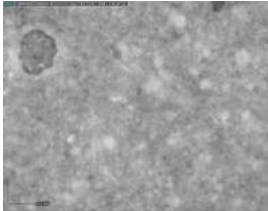
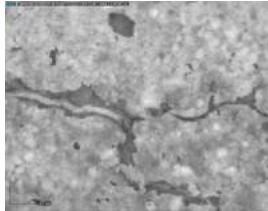
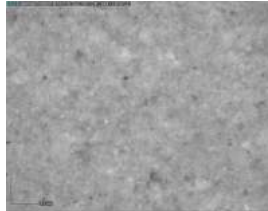
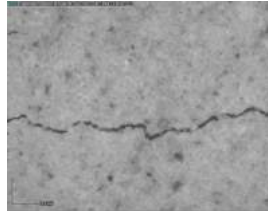
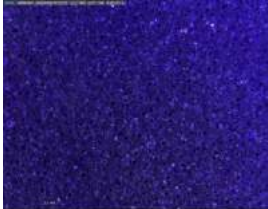
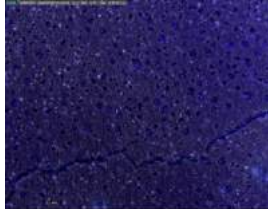

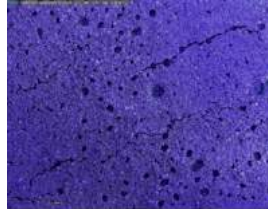

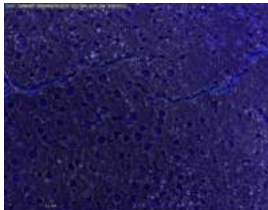

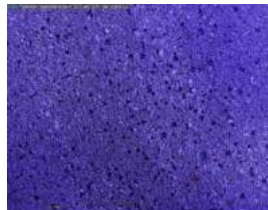
			
uIBT	uIBT	vIBT	vIBT
			
uST	uST	vST	vST
			
uZET	uZET	vZET	vZET

Tabla 33. Superficie de grupo b, antes y después del envejecimiento mediante del microscopio digital Dino-Lite Edge AM4115FJT.

Antes del envejecimiento	Después del envejecimiento	Antes del envejecimiento	Después del envejecimiento
			
uN9T	uN9T	vN9T	vN9T
			
uNBT	uNBT	vNBT	vNBT


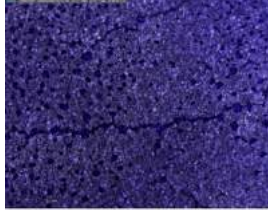

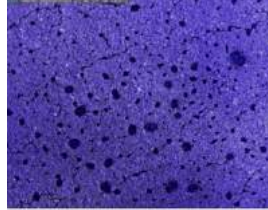
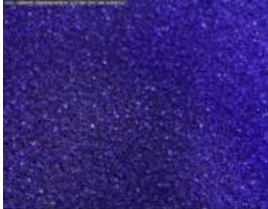

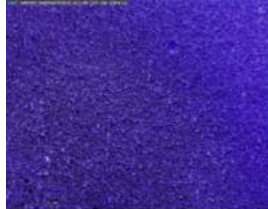
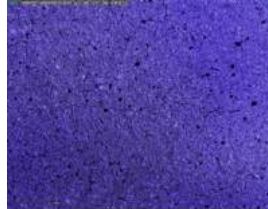




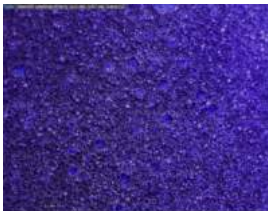
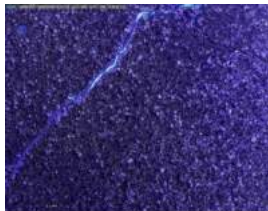


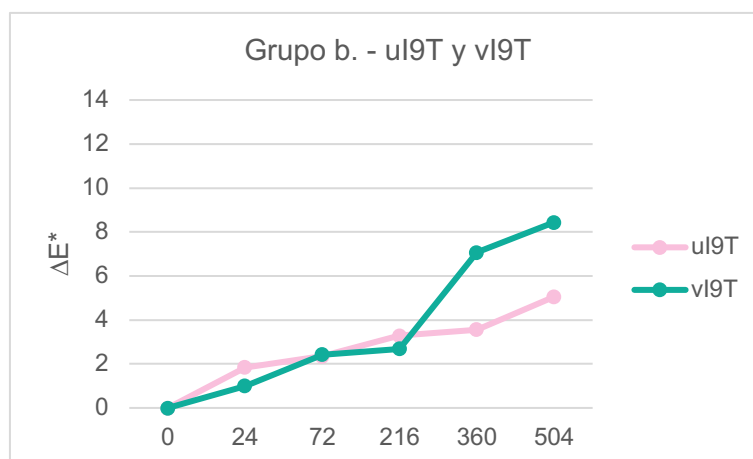
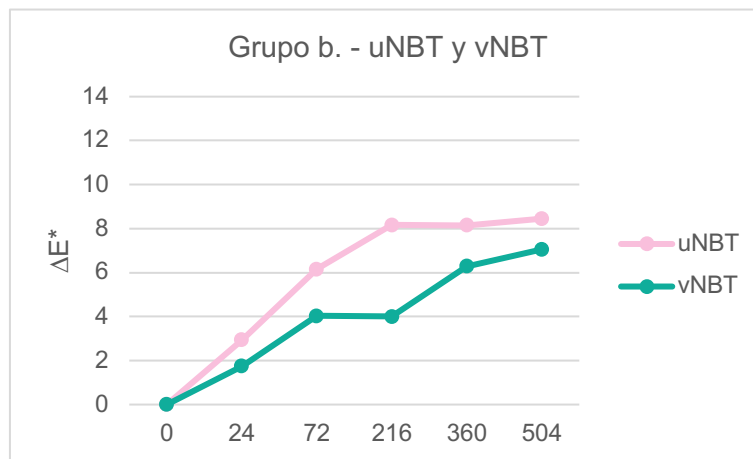
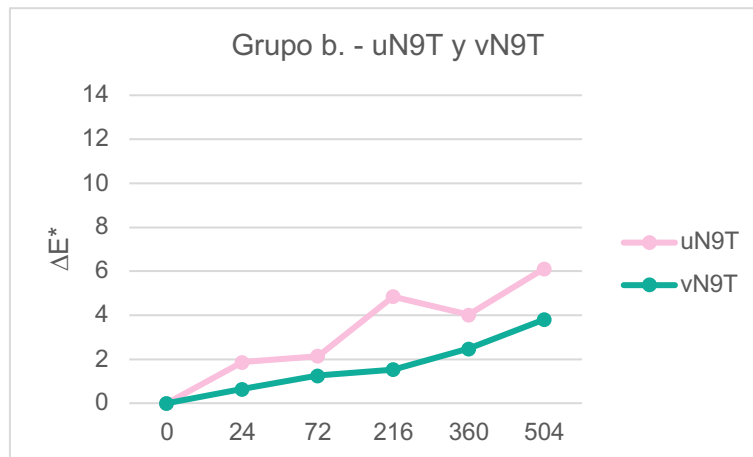
			
uI9T	uI9T	vI9T	vI9T
			
uIBT	uIBT	vIBT	vIBT
			
uST	uST	vST	vST
			
uZET	uZET	vZET	vZET

Tabla 34. Superficie de grupo b, antes y después del envejecimiento mediante del microscopio digital Dino-Lite UV AM4115FVT.

Datos de la variable ΔE^* en el grupo b:



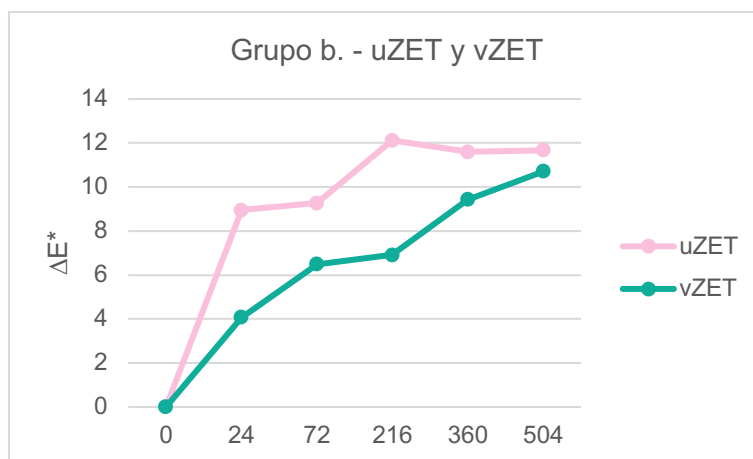
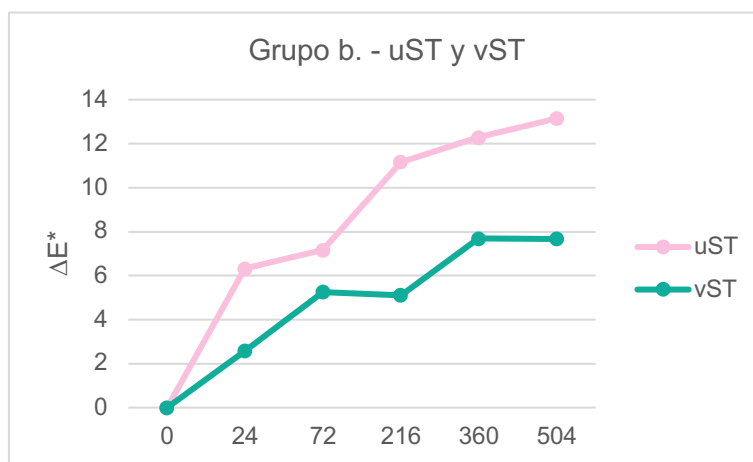
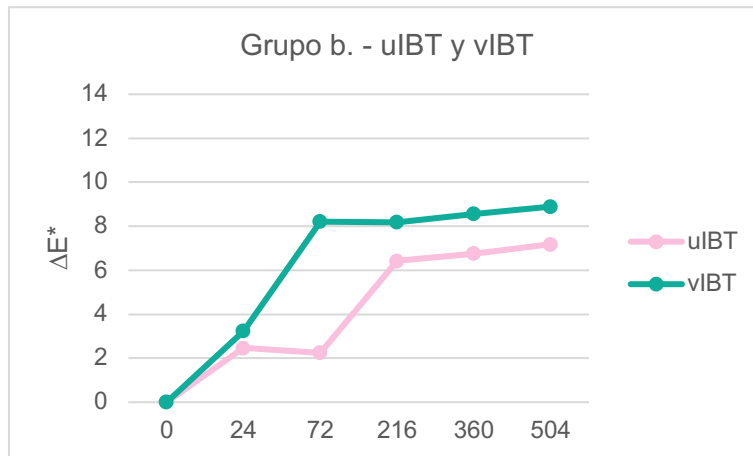

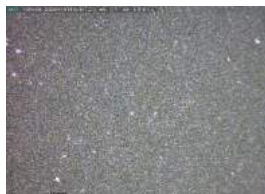


Fig. 225. Gráfico de los cambios de ΔE^* de las muestras del grupo b después del envejecimiento.

Podemos resumir los resultados del grupo b de la siguiente manera:

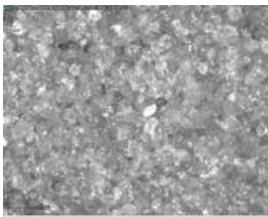
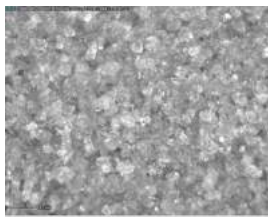
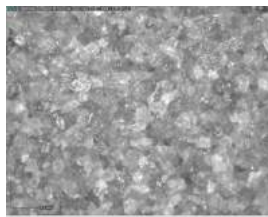
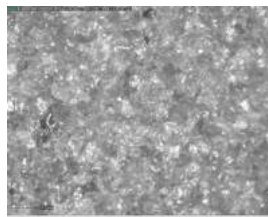
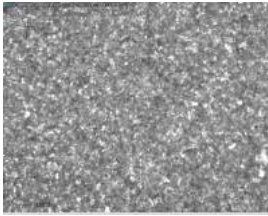
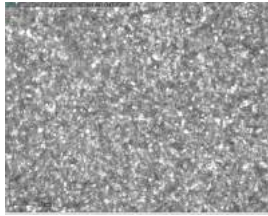
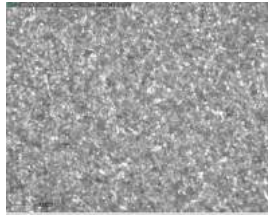
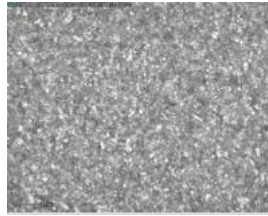
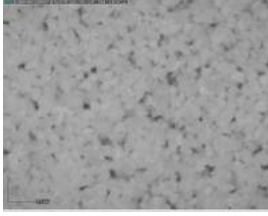
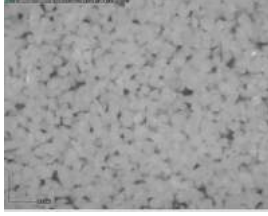
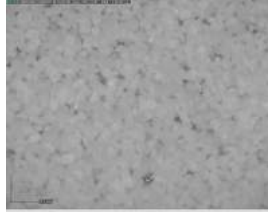
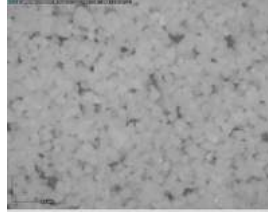
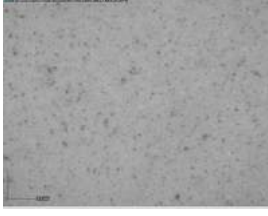
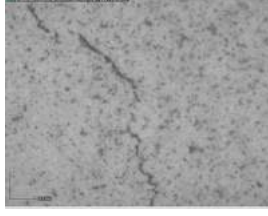
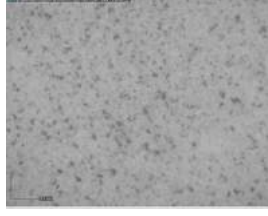
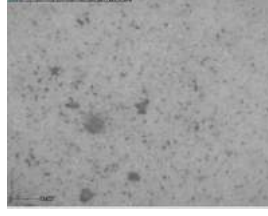
- vN9T, uNBT y uI9T presentaron grietas finas antes del envejecimiento, lo que pudo deberse al soporte o la excesiva fuerza de contracción del aglutinante al secarse.
- En la aplicación de la segunda capa del pigmento tierra verde de kremer, como se puede observar en la tabla 34, el color de las muestras de *sanzenbon nikawa* ($L^*=36.76$) era obviamente más oscuro que los de la cola de conejo ($L^*=51.39$). Además, a través de la dirección de las líneas de la tabla se puede observar desigualdad en ciertas zonas, esto pudo ser debido a que la concentración de aglutinante del 10% resultara demasiado alta para el pigmento de tierra verde.
- Después de transcurridas 504 horas de envejecimiento, las doce muestras presentaron un agrietamiento y desconchado evidentes.
- Si a la capa inferior se adhería un pigmento con partículas más gruesas, las grietas en la capa superior resultaban significativamente mayores; si es un pigmento con partículas pequeñas el que se adhería, las grietas eran más finas o incluso inexistentes, como se observó en el caso del pigmento *suihi* (uST y vST).
- De la uZET de las tablas 33 y 34 se pudo observar que la malaquita del fabricante Zecchi, empleada en la capa inferior, también presentaba un deterioro evidente.
- La variación del color de las muestras I9T e IBT mezcladas con *sanzenbon nikawa* presentaron menos cambio cromático y tonal que al estar mezcladas con cola de conejo.
- Combinando los datos de los microscopios digitales y de la variable ΔE^* , el efecto del *sanzenbon nikawa* era obviamente más débil cuando se mezclaba y se aplicaba junto a los pigmentos, independientemente de la procedencia de estos, mientras que la cola de conejo era relativamente más estable.

A continuación, se muestran los resultados del grupo c:

Antes del envejecimiento	Después del envejecimiento	Antes del envejecimiento	Después del envejecimiento
			
uN9t	uN9t	vN9t	vN9t
			
uNBt	uNBt	vNBt	vNBt
			
uI9t	uI9t	vI9t	vI9t
			
uIBt	uIBt	vIBt	vIBt
			
uSt	uSt	vSt	vSt

			
uZEt	uZEt	vZEt	vZEt

Tabla 35. Superficie de grupo c, antes y después del envejecimiento mediante del microscopio óptico Dino-Lite Plus AM313T.

Antes del envejecimiento	Después del envejecimiento	Antes del envejecimiento	Después del envejecimiento
			
uN9t	uN9t	vN9t	vN9t
			
uNBt	uNBt	vNBt	vNBt
			
uI9t	uI9t	vI9t	vI9t
			
uIBt	uIBt	vIBt	vIBt

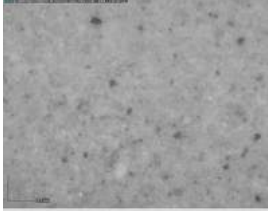
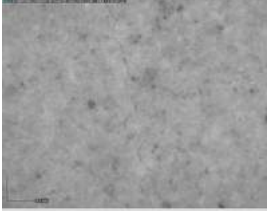
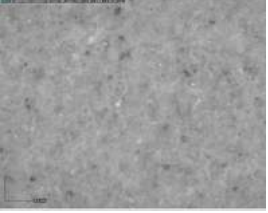
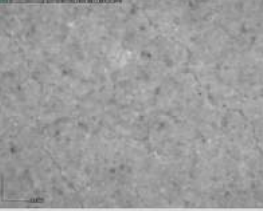
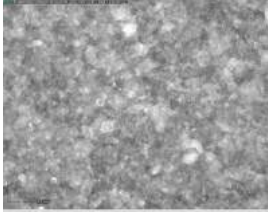
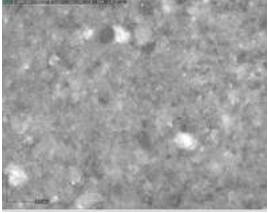
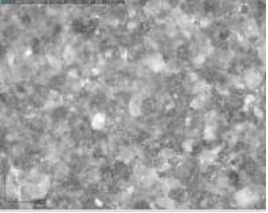
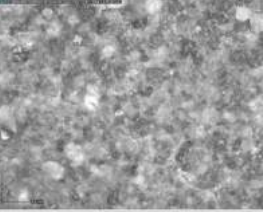


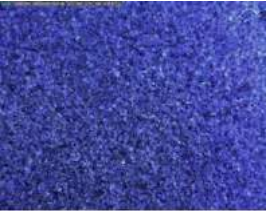


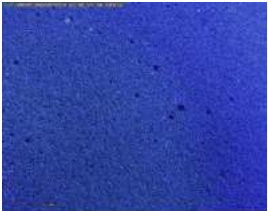





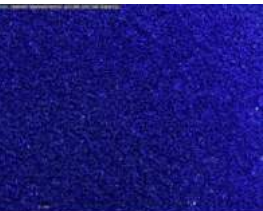
			
uSt	uSt	vSt	vSt
			
uZEt	uZEt	vZEt	vZEt

Tabla 36. Superficie de grupo c, antes y después del envejecimiento mediante del microscopio digital Dino-Lite Edge AM4115FJT.

Antes del envejecimiento	Después del envejecimiento	Antes del envejecimiento	Después del envejecimiento
			
uN9t	uN9t	vN9t	vN9t
			
uNBt	uNBt	vNBt	vNBt
			
uI9t	uI9t	vI9t	vI9t

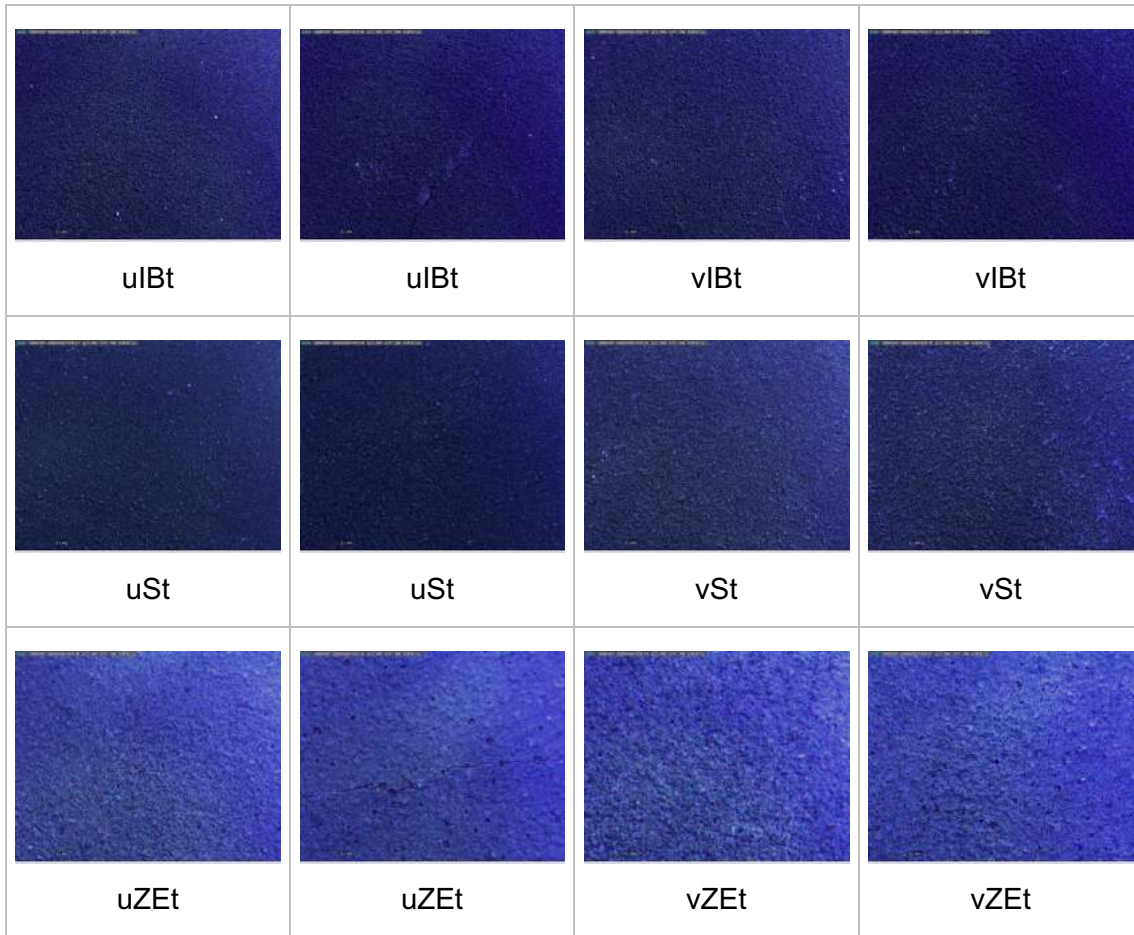
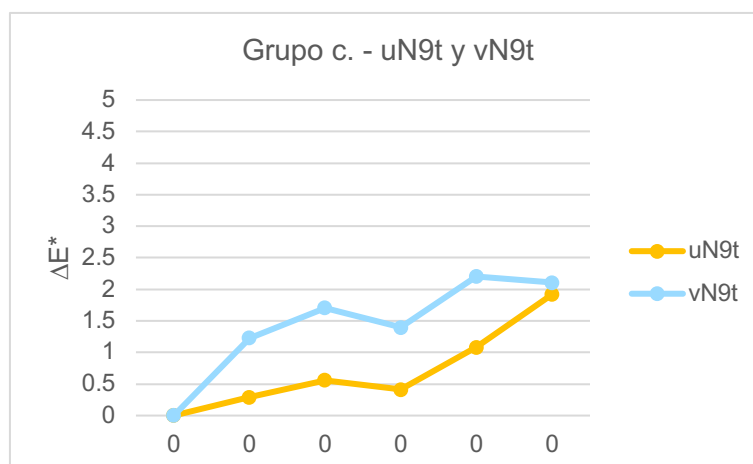
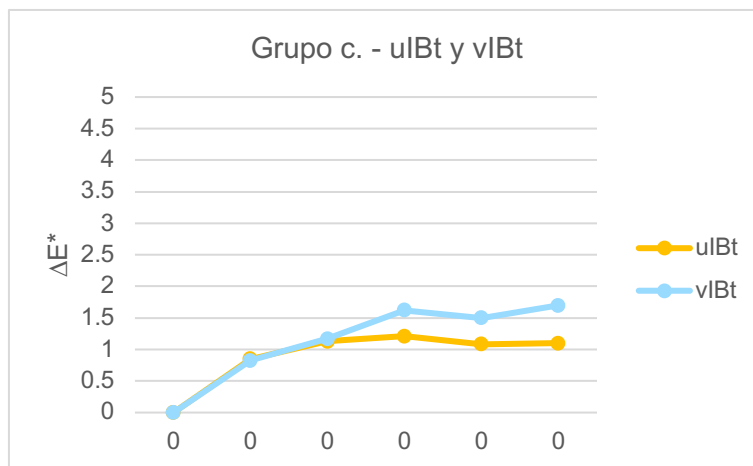
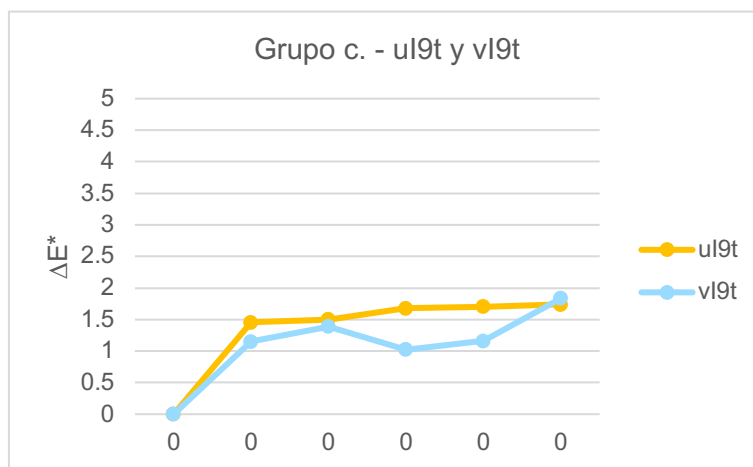
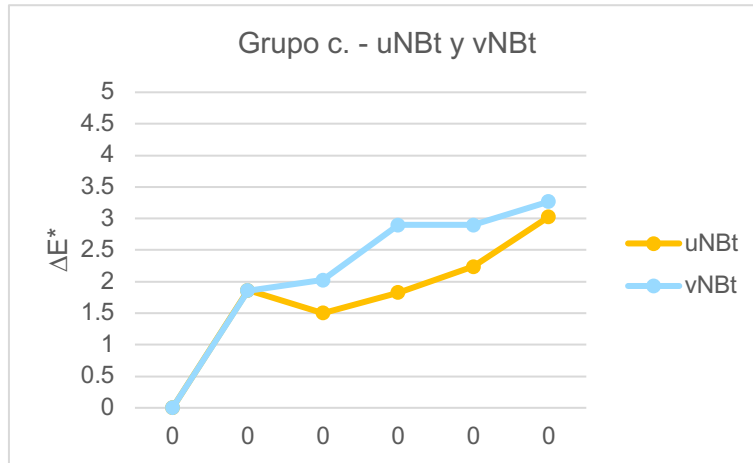


Tabla 37. Superficie de grupo c, antes y después del envejecimiento mediante del microscopio digital Dino-Lite UV AM4115FVT.

Datos de la variable ΔE^* en el grupo c:





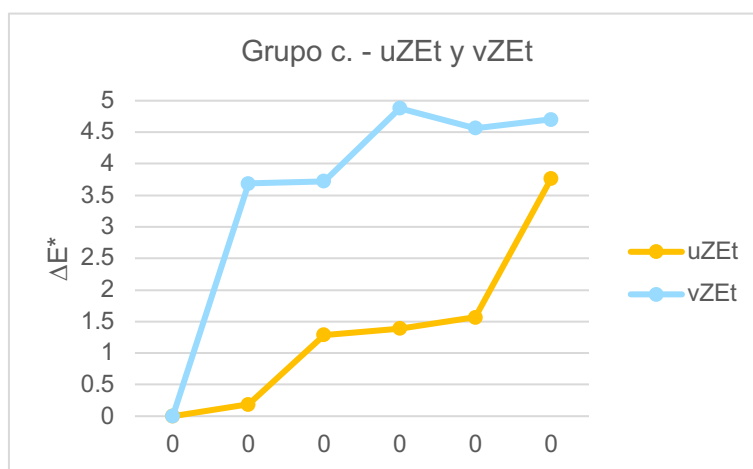
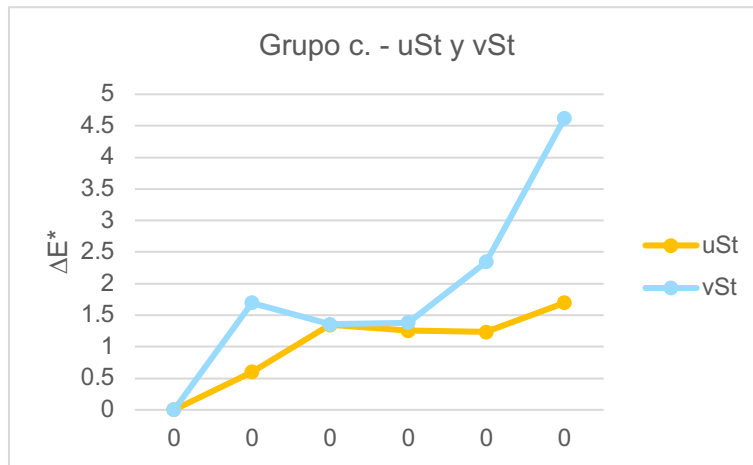


Fig. 226. Gráfico de línea de los cambios de ΔE^* de las muestras del grupo c después del envejecimiento.

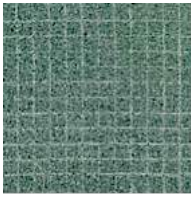

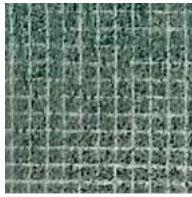

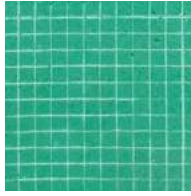
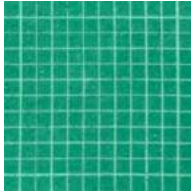
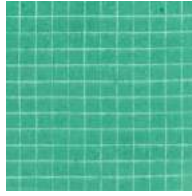
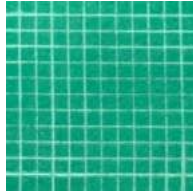
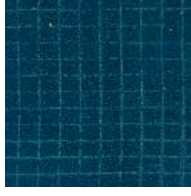
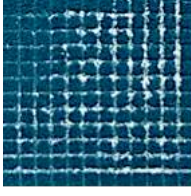
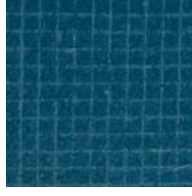
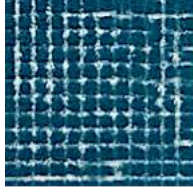
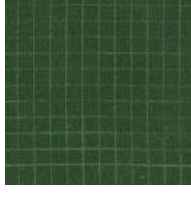
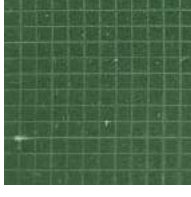
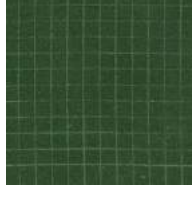
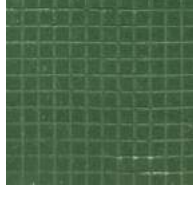
Sintetizamos los resultados del grupo c de la siguiente manera:

- La capa superior se trataba de una muestra de pigmento de grano fino, con evidente deterioro fisurado, como las muestras uNBt, uIBt, uSt, vSt, uZEt y vZEt.
- El pigmento *shin-iwa* no. 9 *gunroku* tuvo un rendimiento de descamación obvio, y fue mezclado con *sanzenbon nikawa* y cola de conejo como se muestra en la tabla 36.
- El valor de la variación de color, cuantificado con la variable ΔE^* , de los pigmentos mezclados con cola de conejo era más significativo que los mezclados con el aglutinante *sanzenbon nikawa*.

- Ya sea que los pigmentos minerales naturales y los pigmentos *shin-iwa* se mezclaran con la cola de conejo o *sanzenbon nikawa*, las variaciones de color en su mayoría oscilaban entre los valores 3.5 y 1.
- Los pigmentos *suihi* y malaquita del fabricante Zecchi presentaban grandes variaciones de color, especialmente en la mezcla con cola de conejo, a través de la que se provoca una disminución de la iluminación de su color (*L=49.56).

5.1.4.2. Resultados del ensayo 2.

El grupo d. tuvo la misma composición que la muestra a. del ensayo 1. Los resultados de la superficie observados mediante los microscopios digitales se muestran en la tabla 29, 30 y 31. A continuación se presentan los resultados de la prueba de adhesión:

Grupo d.	Antes	Después	Grupo d.	Antes	Después
uN9X	 ISO class: 0	 ISO class: 3	vN9X	 ISO class: 0	 ISO class: 3
uNBX	 ISO class: 0	 ISO class: 0	vNBX	 ISO class: 0	 ISO class: 0
uI9X	 ISO class: 0	 ISO class: 3	vI9X	 ISO class: 0	 ISO class: 3
uIBX	 ISO class: 0	 ISO class: 0	vIBX	 ISO class: 0	 ISO class: 0

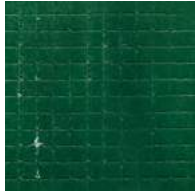

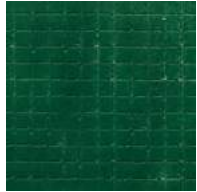
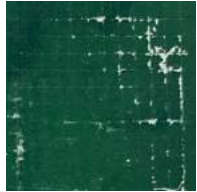
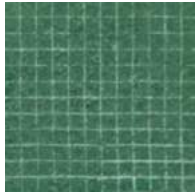
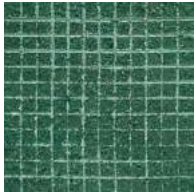
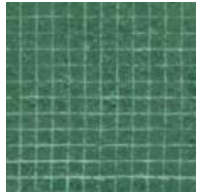
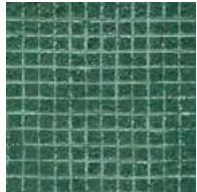












uSX			vSX		
	ISO class: 1	ISO class: 2		ISO class: 0	ISO class: 2
uZEX			vZEX		
	ISO class: 0	ISO class: 1		ISO class: 0	ISO class: 1

Tabla 38. Superficie de grupo d, prueba de la adhesión.

Resultados del grupo e:

Antes del envejecimiento	Después del envejecimiento	Antes del envejecimiento	Después del envejecimiento
			
uN9Y	uN9Y	vN9Y	vN9Y
			
uNBY	uNBY	vNBY	vNBY
			
uI9Y	uI9Y	vI9Y	vI9Y









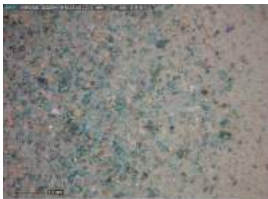



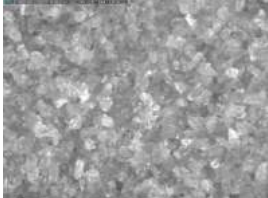
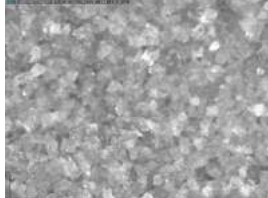
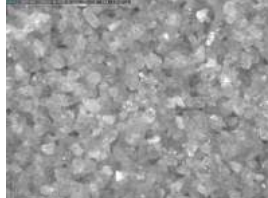
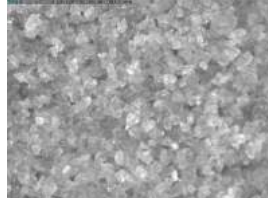
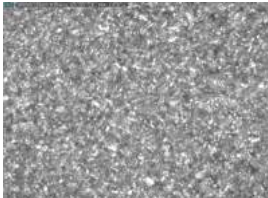
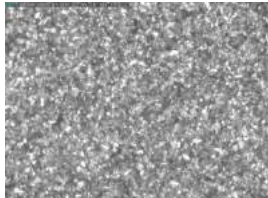
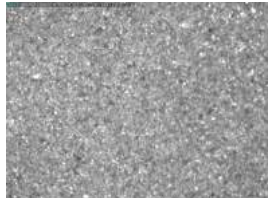
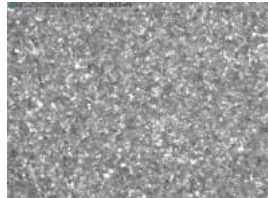
			
uIBY	uIBY	vIBY	vIBY
			
uSY	uSY	vSY	vSY
			
uZEY	uZEY	vZEY	vZEY

Tabla 39. Superficie de grupo e, antes y después del envejecimiento mediante del microscopio óptico Dino-Lite Plus AM313T.

Antes del envejecimiento	Después del envejecimiento	Antes del envejecimiento	Después del envejecimiento
			
uN9Y	uN9Y	vN9Y	vN9Y
			
uNBY	uNBY	vNBY	vNBY

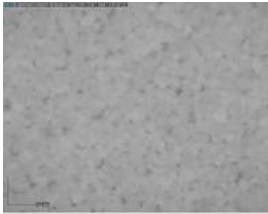
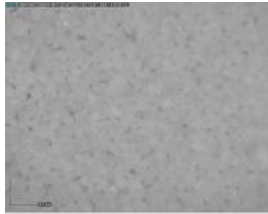
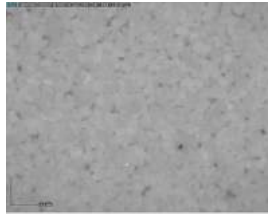
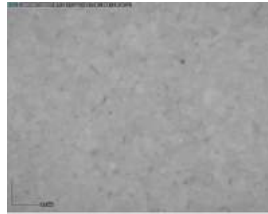
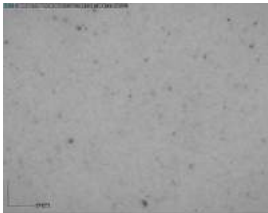
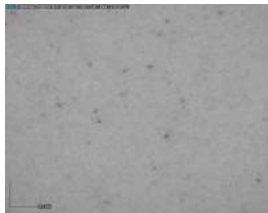
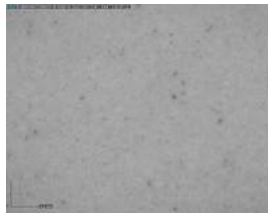
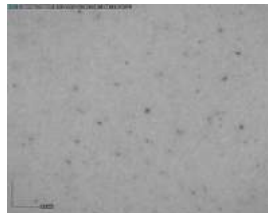



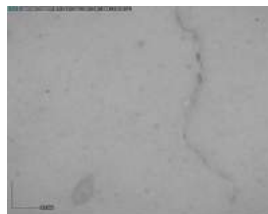
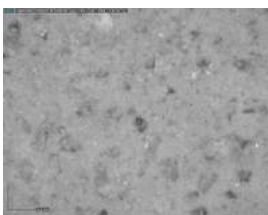
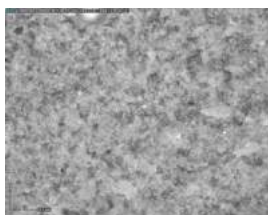
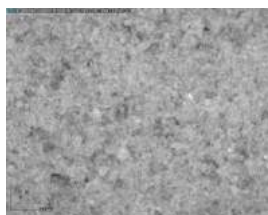
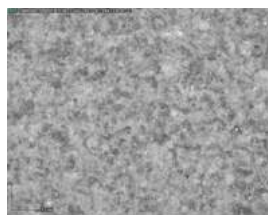
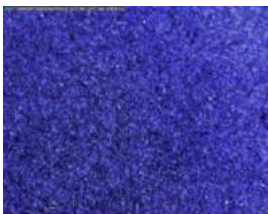



			
uI9Y	uI9Y	vI9Y	vI9Y
			
uIBY	uIBY	vIBY	vIBY
			
uSY	uSY	vSY	vSY
			
uZEY	uZEY	vZEY	vZEY

Tabla 40. Superficie de grupo e, antes y después del envejecimiento mediante del microscopio digital Dino-Lite UV AM4115FJT.

Antes del envejecimiento	Después del envejecimiento	Antes del envejecimiento	Después del envejecimiento
			
uN9Y	uN9Y	vN9Y	vN9Y

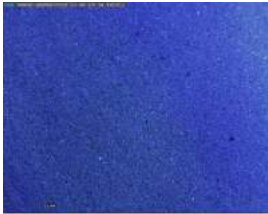
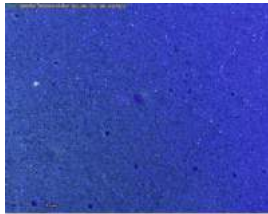

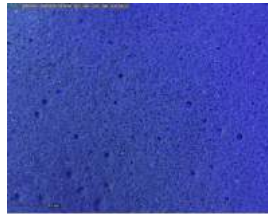

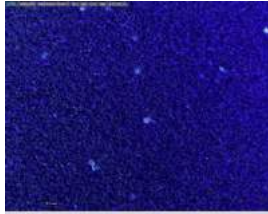
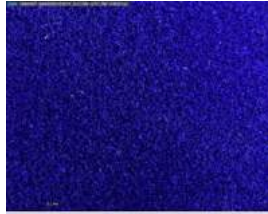
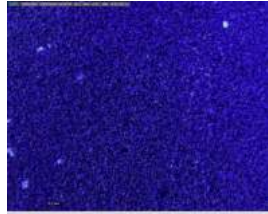












			
uNBY	uNBY	vNBY	vNBY
			
uI9Y	uI9Y	vI9Y	vI9Y
			
uIBY	uIBY	vIBY	vIBY
			
uSY	uSY	vSY	vSY
			
uZEY	uZEY	vZEY	vZEY

Tabla 41. Superficie de grupo e, antes y después de envejecimiento mediante del microscopio digital Dino-Lite UV AM4115FVT.

A continuación, se presenta el resultado de la prueba de adhesión en el grupo e:

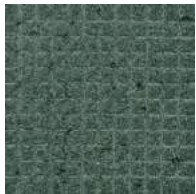

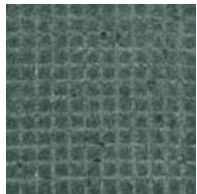
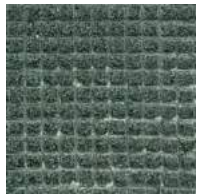
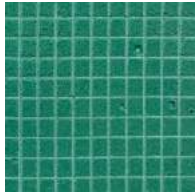
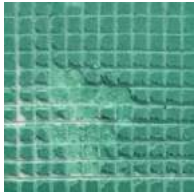
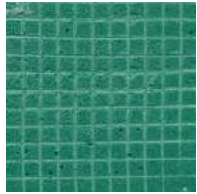
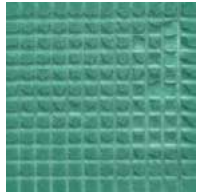
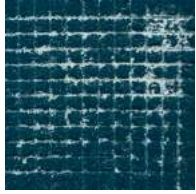

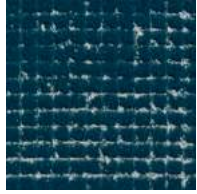

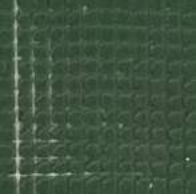
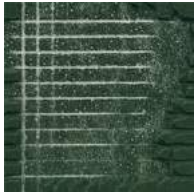
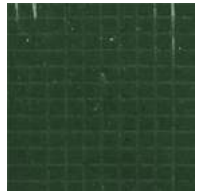
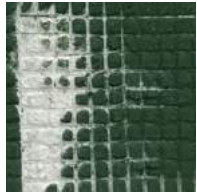
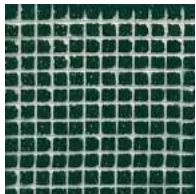

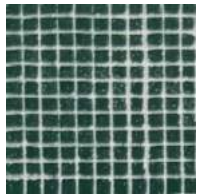

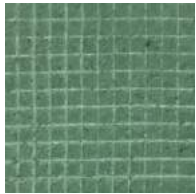
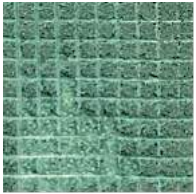
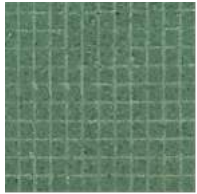

Grupo e.	Antes	Después	Grupo e.	Antes	Después
uN9Y	 ISO class: 1	 ISO class: 4	vN9Y	 ISO class: 1	 ISO class: 2
uNBY	 ISO class: 0	 ISO class: 4	vNBY	 ISO class: 1	 ISO class: 3
uI9Y	 ISO class: 3	 ISO class: 5	vI9Y	 ISO class: 2	 ISO class: 4
uIBY	 ISO class: 0	 ISO class: 5	vIBY	 ISO class: 3	 ISO class: 4
uSY	 ISO class: 2	 ISO class: 5	vSY	 ISO class: 2	 ISO class: 4
uZEY	 ISO class: 0	 ISO class: 4	vZEY	 ISO class: 0	 ISO class: 4

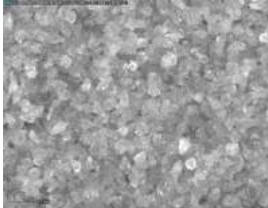
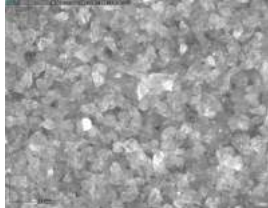
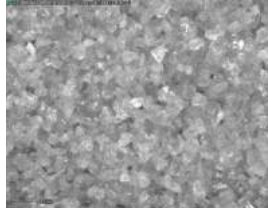
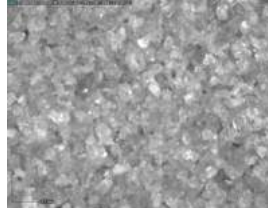
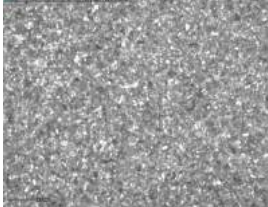



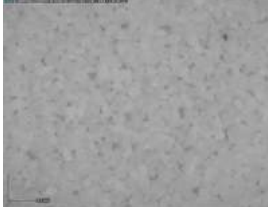
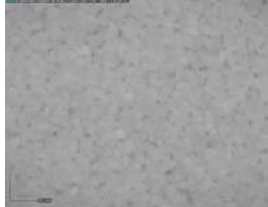
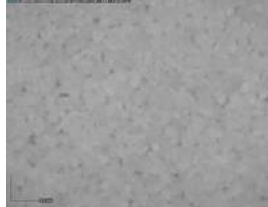
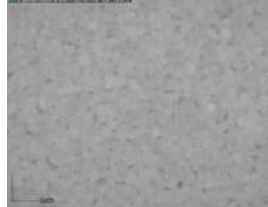

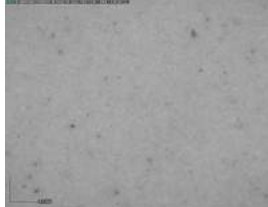
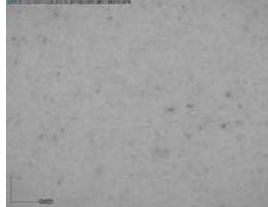
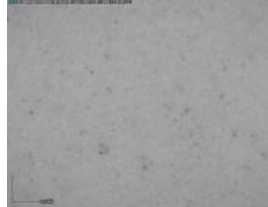
Tabla 42. Superficie de grupo e, prueba de la adhesión.

A continuación, se presentan los resultados del grupo f:

Antes del envejecimiento	Después del envejecimiento	Antes del envejecimiento	Después del envejecimiento
 <p data-bbox="331 613 408 645">uN9Z</p>	 <p data-bbox="616 613 692 645">uN9Z</p>	 <p data-bbox="900 613 976 645">vN9Z</p>	 <p data-bbox="1184 613 1260 645">vN9Z</p>
 <p data-bbox="331 911 408 943">uNBZ</p>	 <p data-bbox="616 911 692 943">uNBZ</p>	 <p data-bbox="900 911 976 943">vNBZ</p>	 <p data-bbox="1184 911 1260 943">vNBZ</p>
 <p data-bbox="331 1216 408 1247">uI9Z</p>	 <p data-bbox="616 1216 692 1247">uI9Z</p>	 <p data-bbox="900 1216 976 1247">vI9Z</p>	 <p data-bbox="1184 1216 1260 1247">vI9Z</p>
 <p data-bbox="331 1514 408 1545">uIBZ</p>	 <p data-bbox="616 1514 692 1545">uIBZ</p>	 <p data-bbox="900 1514 976 1545">vIBZ</p>	 <p data-bbox="1184 1514 1260 1545">vIBZ</p>
 <p data-bbox="331 1807 408 1839">uSZ</p>	 <p data-bbox="616 1807 692 1839">uSZ</p>	 <p data-bbox="900 1807 976 1839">vSZ</p>	 <p data-bbox="1184 1807 1260 1839">vSZ</p>

			
uZEZ	uZEZ	vZEZ	vZEZ

Tabla 43. Superficie de grupo f, antes y después del envejecimiento mediante del microscopio óptico Dino-Lite Plus AM313T.

Antes del envejecimiento	Después del envejecimiento	Antes del envejecimiento	Después del envejecimiento
			
uN9Z	uN9Z	vN9Z	vN9Z
			
uNBZ	uNBZ	vNBZ	vNBZ
			
uI9Z	uI9Z	vI9Z	vI9Z
			
uIBZ	uIBZ	vIBZ	vIBZ

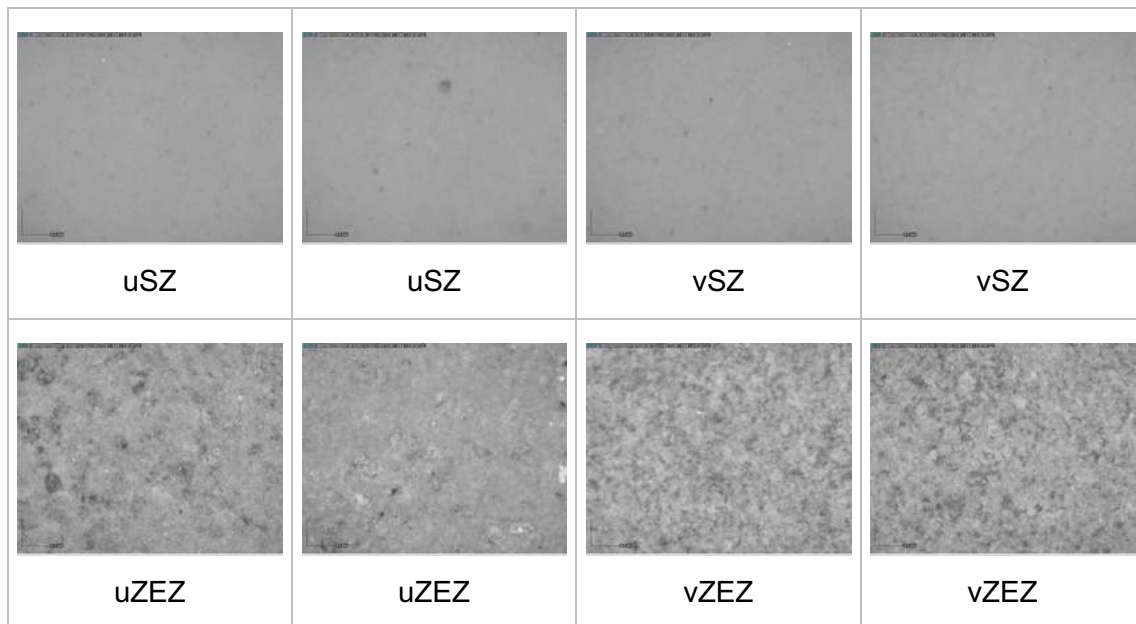
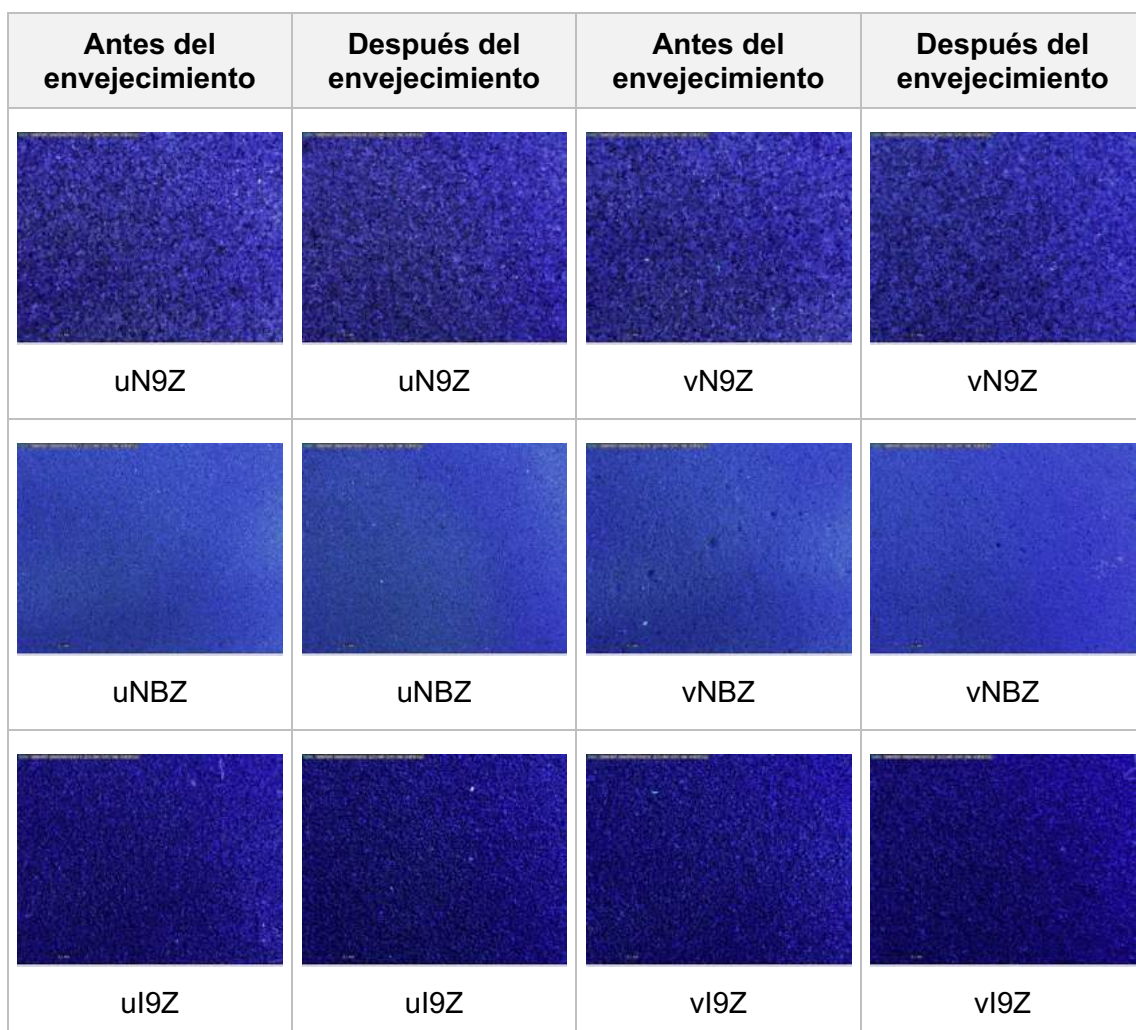


Tabla 44. Superficie de grupo f, antes y después del envejecimiento mediante del microscopio digital Dino-Lite Edge AM4115FJT.



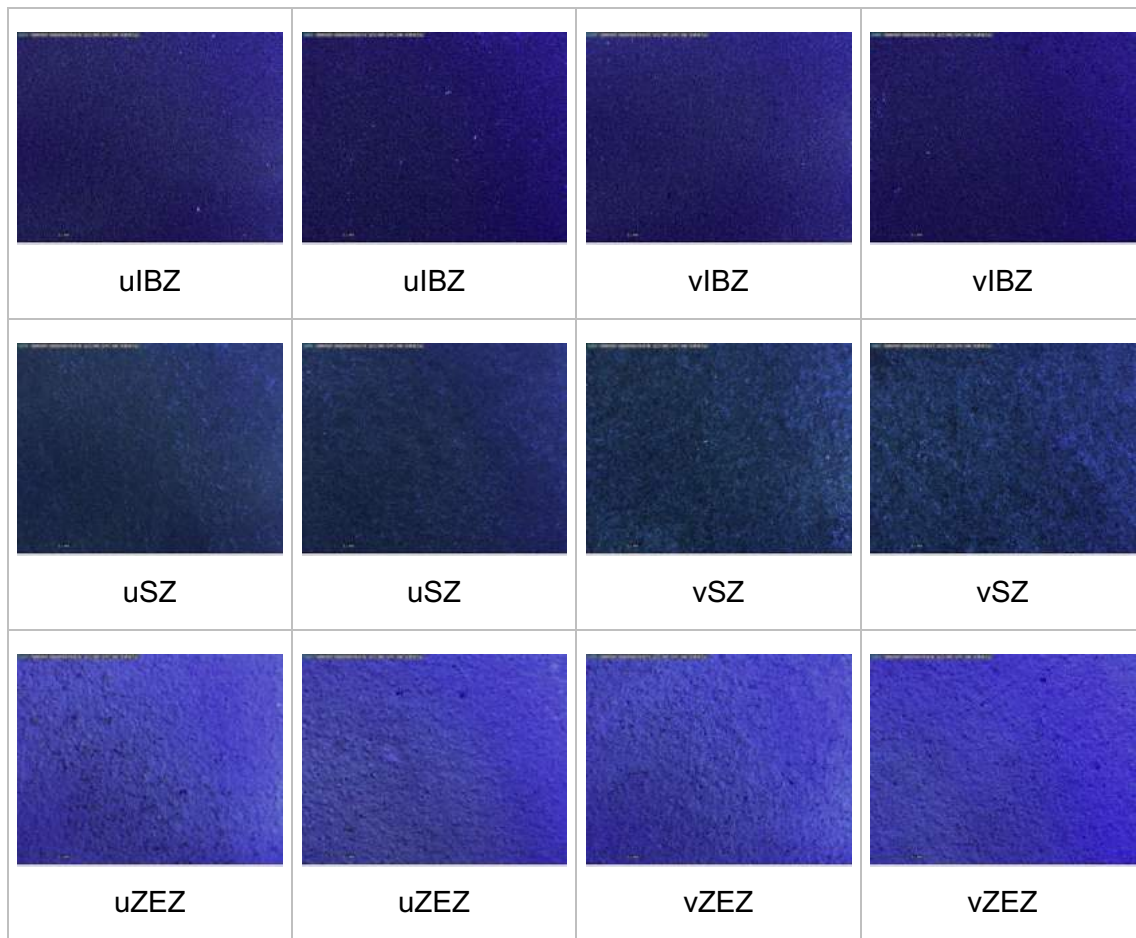
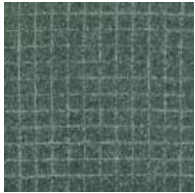
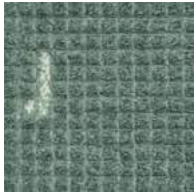
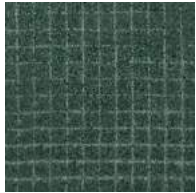
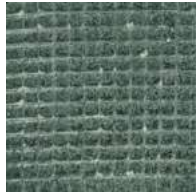
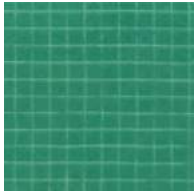
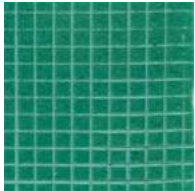
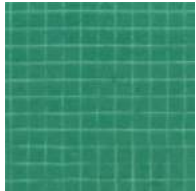



Tabla 45. Superficie de grupo f, antes y después del envejecimiento mediante del microscopio digital Dino-Lite UV AM4115FVT.

A continuación, presentamos el resultado de la prueba de adhesión en el grupo f:

Grupo f.	Antes	Después	Grupo f.	Antes	Después
uN9Z	 ISO class: 0	 ISO class: 1	vN9Z	 ISO class: 1	 ISO class: 2
uNBZ	 ISO class: 0	 ISO class: 0	vNBZ	 ISO class: 0	 ISO class: 0

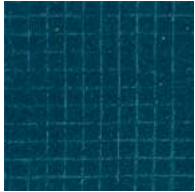
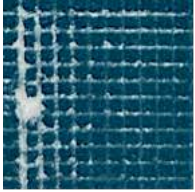
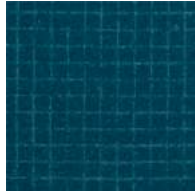
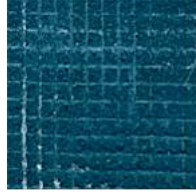
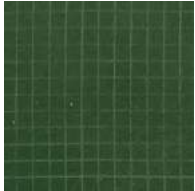
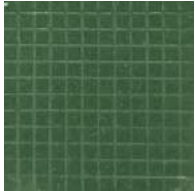

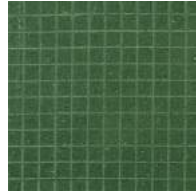
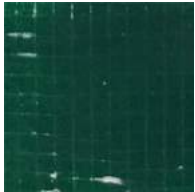


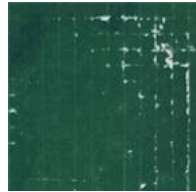
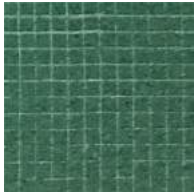

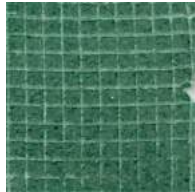
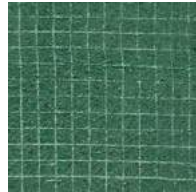
uI9Z			vI9Z		
	ISO class: 0	ISO class: 3		ISO class: 0	ISO class: 1
uIBZ			vIBZ		
	ISO class: 0	ISO class: 0		ISO class: 0	ISO class: 0
uSZ			vSZ		
	ISO class: 1	ISO class: 2		ISO class: 0	ISO class: 2
uZEZ			vZEZ		
	ISO class: 0	ISO class: 1		ISO class: 0	ISO class: 0

Tabla 46. Superficie de grupo f, prueba de la adhesión.

Del análisis de las muestras sometidas a envejecimiento de humedad y temperatura, observamos los siguientes resultados:

- Antes del envejecimiento, las capas de los pigmentos eran firmes y presentaban dificultades en su corte. Después de ser sometidas a envejecimiento, dichas capas presentaron mayor facilidad de corte.
- Según se tratara de *sanzenbon nikawa* o de cola de conejo, las muestras de los pigmentos de partículas gruesas envejecían más significativamente, y cuando se rasgaba la cinta, se pegaban más en la cinta que los de partículas finas (véase fig. 227).



Partículas gruesas.



Partículas finas.

Fig. 227. Prueba de adhesión.

- En la prueba de adhesión en las tres bases distintas, se observa que esta era más débil al utilizar *sanzenbon nikawa*.
- Después del envejecimiento, en el aparejo absorbente de yeso mate del grupo e., se observaron grietas evidentes (véase fig. 228), las cuales incidían en el deterioro de las capas pigmentarias (véase vIBY y vSY de tabla 41).
- Adhesión del pigmento a tres grupos: grupo f. (papel libre de ácido) > grupo d. (papel Torinoko) > grupo e. (aparejo absorbente de yeso mate).

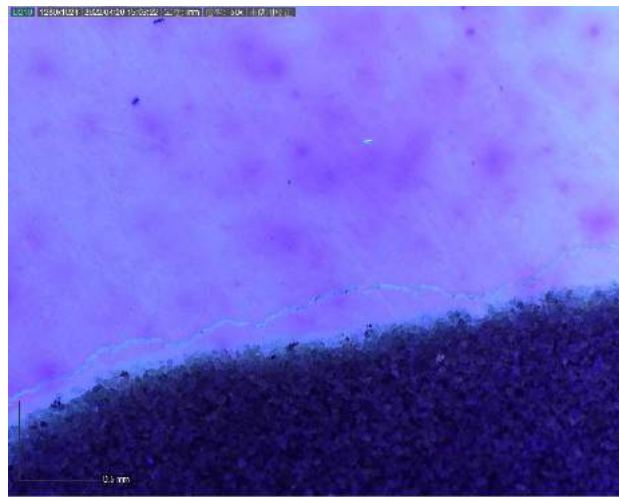
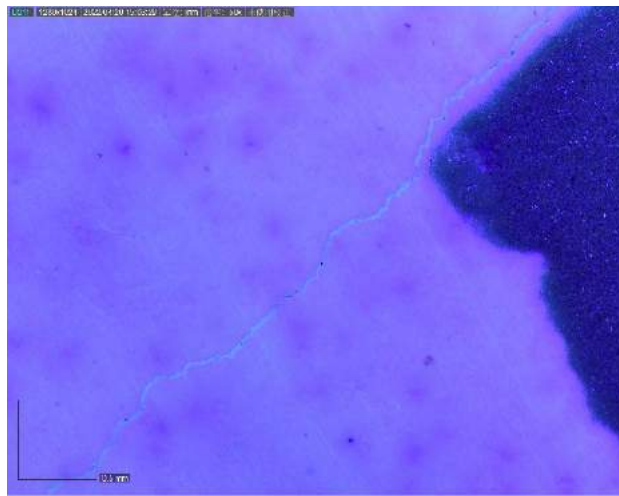


Fig. 228. Grietas después de envejecimiento.

5.2. Estudio de las variaciones cromáticas por distintos medios.

Comparamos los resultados en pigmentos nihonga y en el pigmento de malaquita de la empresa Zecchi, mezclándolos con distintos medios, observando el efecto en el color, como se muestra a continuación:

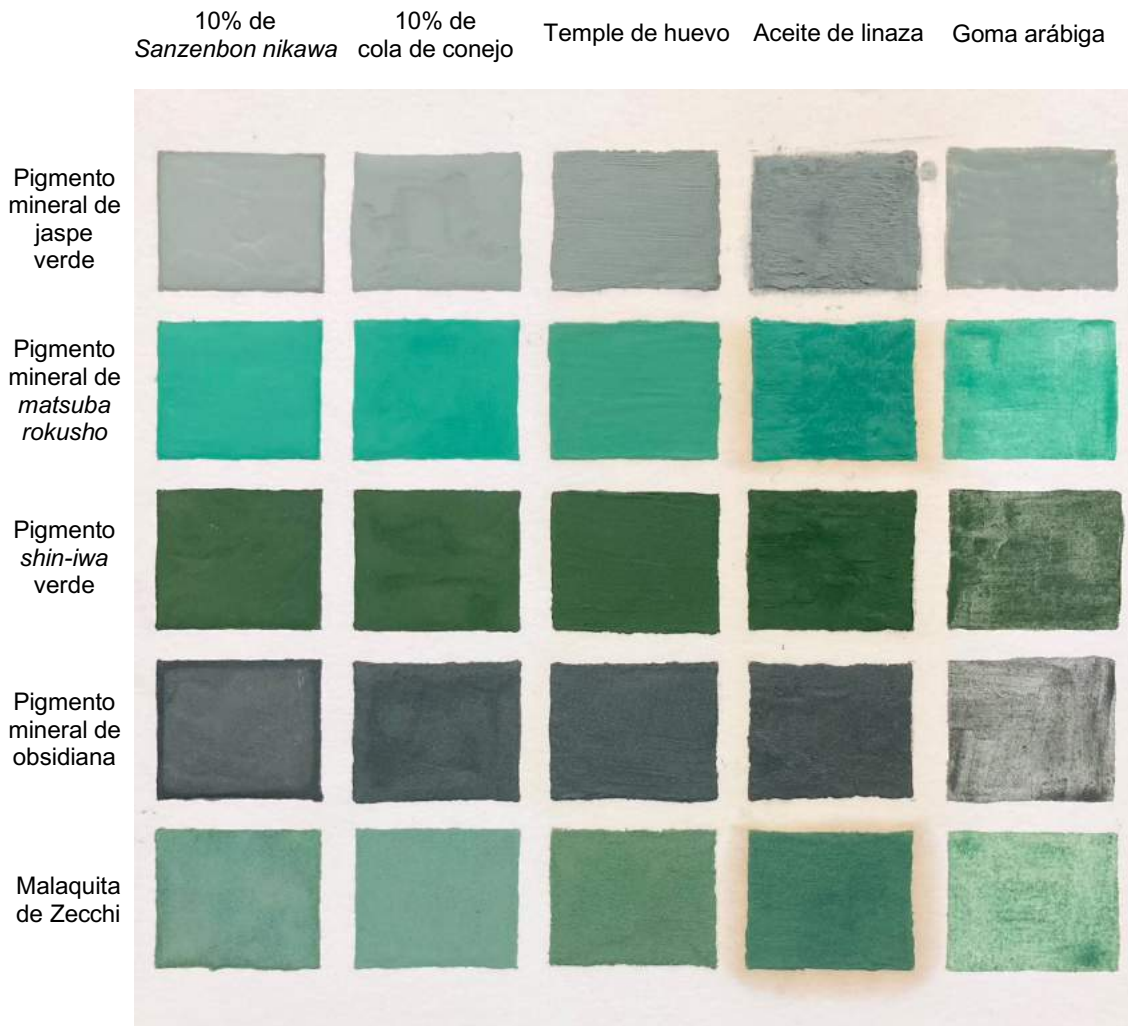


Fig. 229. Variación cromática.

Cambio de tonos de color visibles:

Los pigmentos mezclados con aceite de linaza presentaron un tono más oscuro, seguido del temple de huevo, el cual transfirió un color amarillento a la mezcla. Exceptuando que el pigmento de la malaquita de Zecchi era oscuro al estar mezclada con *sanzenbon nikawa*, los tonos de los demás pigmentos fueron parecidos cuando estaban mezclados con *sanzenbon nikawa* y con cola de conejo. La goma arábica se presentó más acuosa por lo que se podía ver el color de base.

5.3. Comparación de los pigmentos fabricados por la industria.

A continuación, se pasa a comparar y analizar en mayor profundidad las similitudes y diferencias del tono de las partículas y la composición de los pigmentos minerales elaborados por diferentes empresas mediante el microscopio digital y la fluorescencia de rayos X.

5.3.1. Pigmentos minerales de los fabricantes Nakagawa Gofun Enogu y Sankichi de Japón, Chi Yuan Tang de Taiwán y Pekín Tianya de China.

Elegimos a estos cuatro fabricantes de pigmentos nihonga como referentes de esta investigación. De estos se eligieron cuatro prototipos de pigmentos minerales naturales, entre los cuales se incluyen pigmentos de jaspe rojo, denominados *akacha* (en japonés, 赤茶) (véase fig. 230); otros denominados *shunmatsu* (en japonés, 紫雲末) (véase fig. 231) que están fabricados con sodalita. También dos tipologías de pigmentos *shin-iwa* de idéntica denominación entre los fabricantes: *yamabuki* (en japonés, 山吹) (véase fig. 232) y *aokuchi souroku* (en japonés, 青口草緑) (véase fig. 233).



Nakagawa Gofun Enogu



Sankichi



Chi Yuan Tang



Pekín Tianya

Fig. 230. Pigmentos *akacha*.



Nakagawa Gofun Enogu



Sankichi



Chi Yuan Tang



Pekín Tianya

Fig. 231. Pigmentos *shunmatsu*.



Nakagawa Gofun Enogu



Sankichi



Chi Yuan Tang



Pekín Tianya

Fig. 232. Pigmentos *yamabuki*.



Nakagawa Gofun Enogu



Sankichi



Chi Yuan Tang



Pekin Tianya

Fig. 233. Pigmentos *aokuchi souroku*.

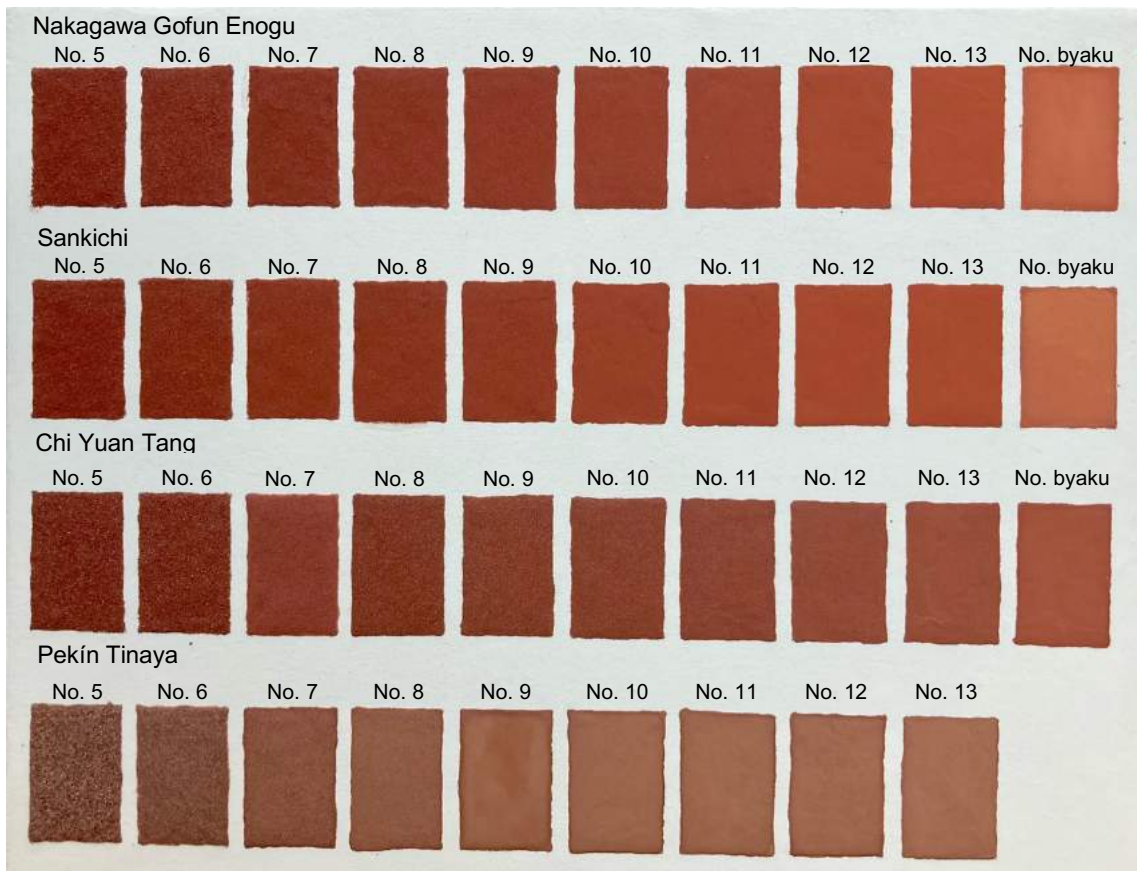


Fig. 234. Pigmentos *akacha*.

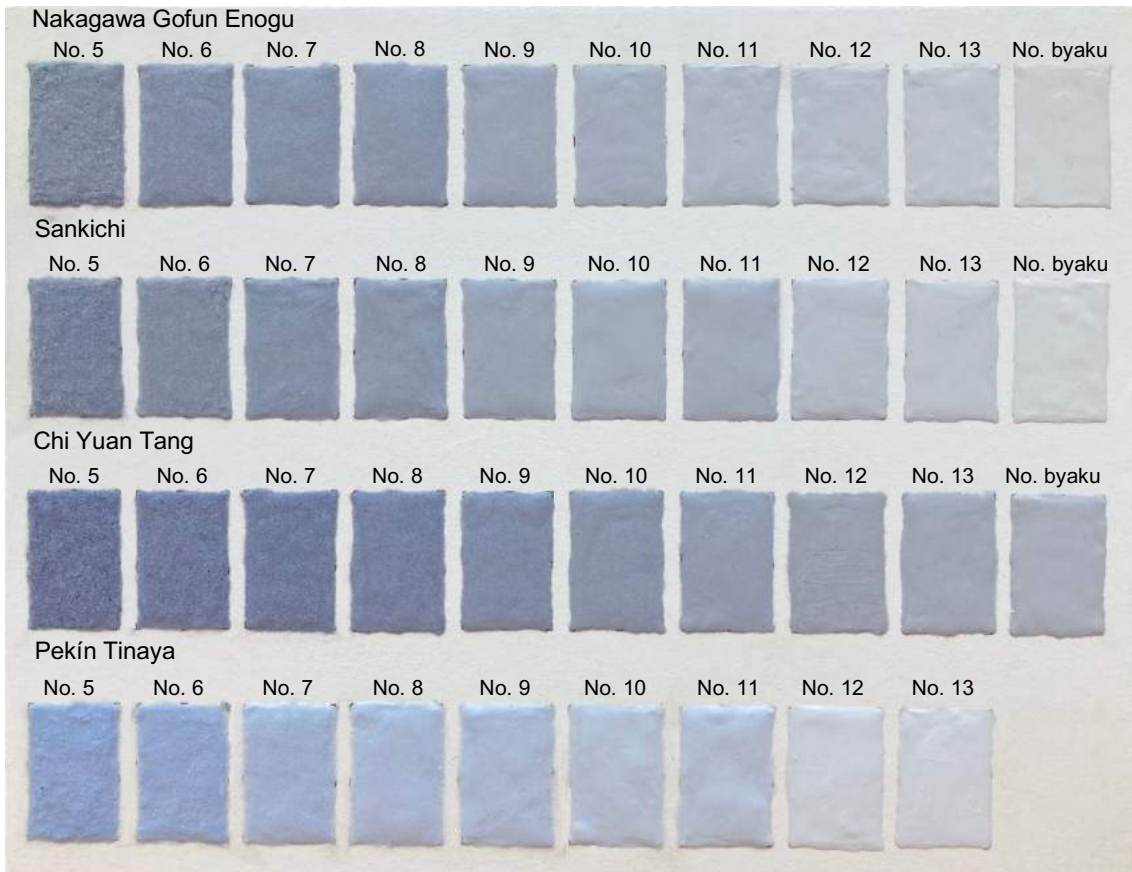


Fig. 235. Pigmentos *shuunmatsu*.

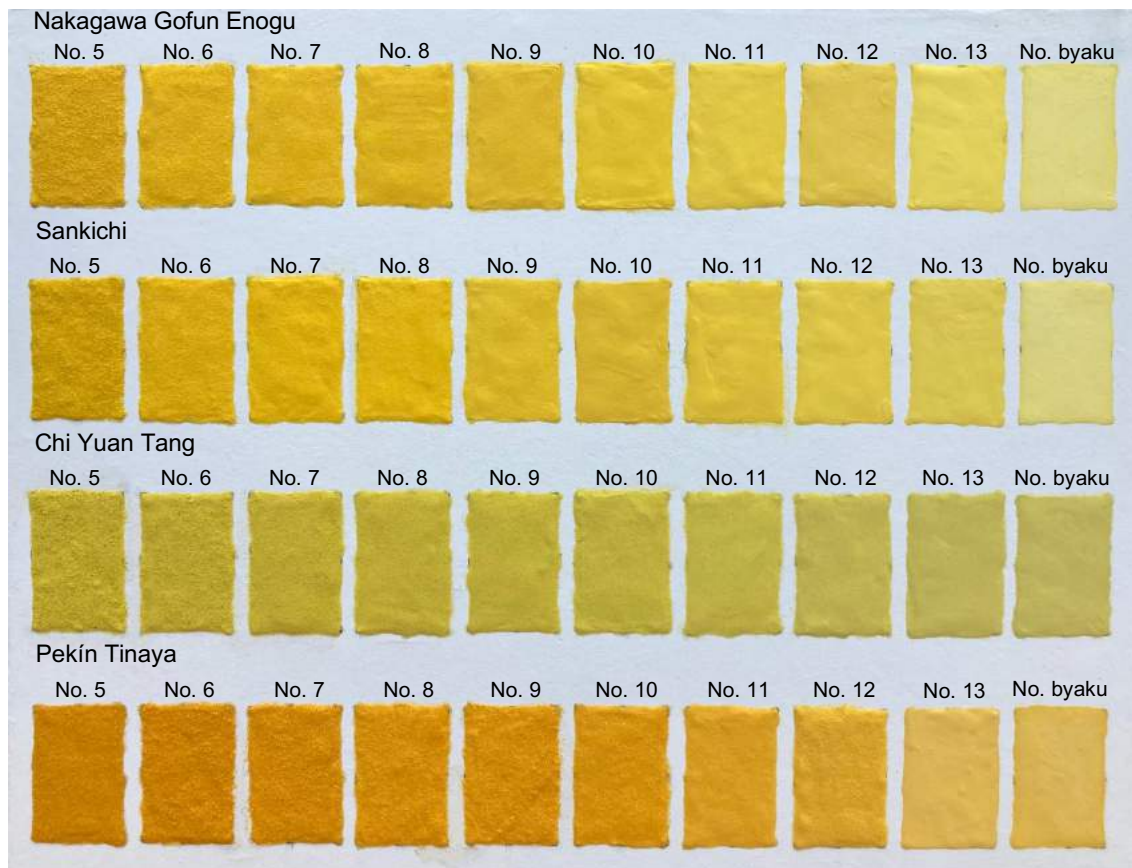


Fig. 236. Pigmentos *yamabuki*.

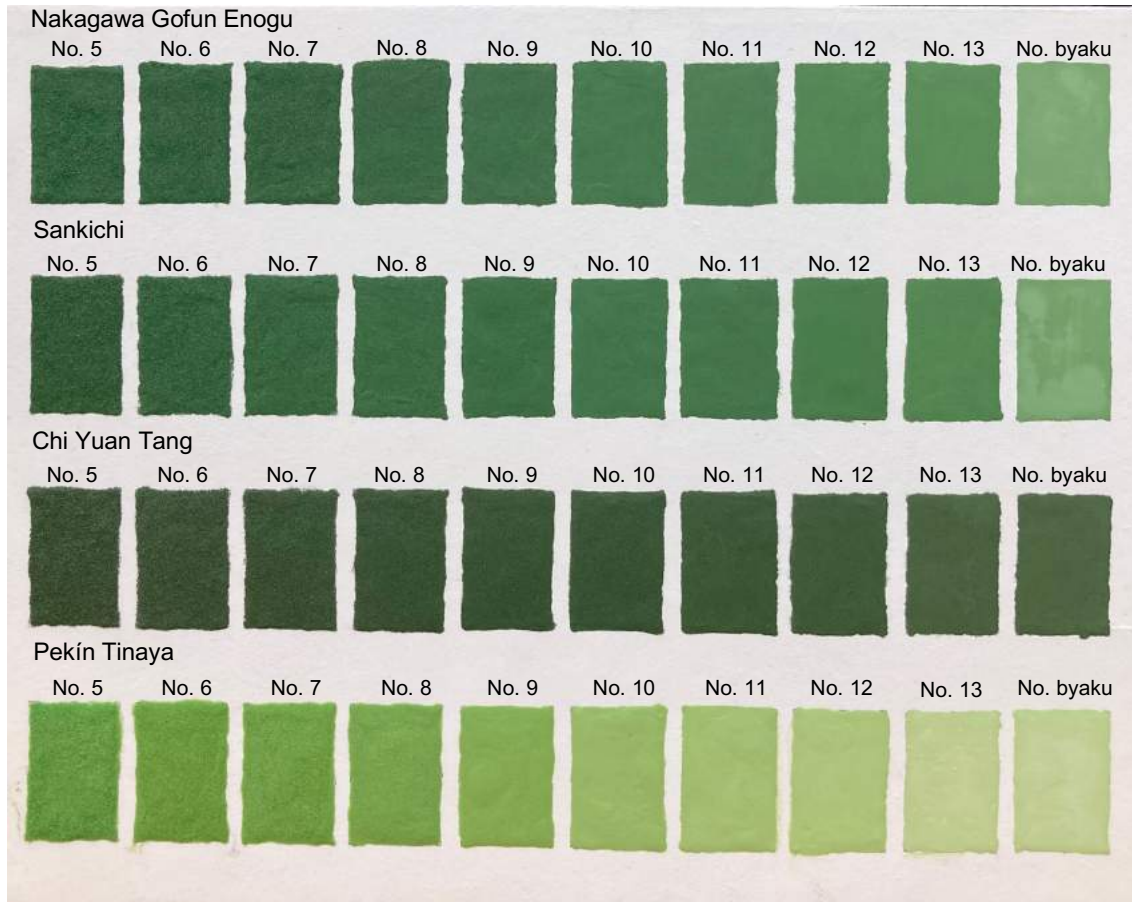















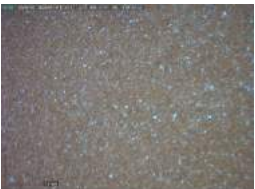
















Fig. 237. Pigmentos *aokuchi souroku*.

Asimismo, analizamos la superficie y comparamos el tamaño a un mismo nivel de los pigmentos a través de microscopía digital:

<i>Akacha</i>	Partículas de los pigmentos			
Nakagawa Gofun Enogu	 <p data-bbox="427 1682 491 1709">No. 5</p>	 <p data-bbox="699 1682 762 1709">No. 6</p>	 <p data-bbox="970 1682 1034 1709">No. 7</p>	 <p data-bbox="1241 1682 1305 1709">No. 8</p>
	 <p data-bbox="427 1921 491 1948">No. 9</p>	 <p data-bbox="699 1921 762 1948">No. 10</p>	 <p data-bbox="970 1921 1034 1948">No. 11</p>	 <p data-bbox="1241 1921 1305 1948">No. 12</p>

	 <p>No. 13</p>		 <p>No. <i>byaku</i></p>	
Sankic- hi	 <p>No. 5</p>	 <p>No. 6</p>	 <p>No. 7</p>	 <p>No. 8</p>
	 <p>No. 9</p>	 <p>No. 10</p>	 <p>No. 11</p>	 <p>No. 12</p>
	 <p>No. 13</p>		 <p>No. <i>byaku</i></p>	
Chi Yuan Tang	 <p>No. 5</p>	 <p>No. 6</p>	 <p>No. 7</p>	 <p>No. 8</p>
	 <p>No. 9</p>	 <p>No. 10</p>	 <p>No. 11</p>	 <p>No. 12</p>
	 <p>No. 13</p>		 <p>No. <i>byaku</i></p>	




















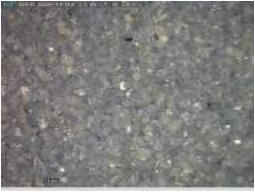









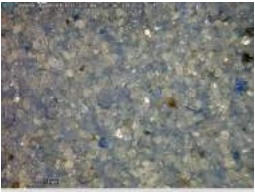













Pekín Tianya				
	No. 5	No. 6	No. 7	No. 8
				
				
				No. 13

Tabla 47. Superficie de los pigmentos *akacha* observada mediante del microscopio óptico.

<i>Shiunmatsu</i>	Partículas de los pigmentos			
Nakaga- wa Gofun Enogu				
	No. 5	No. 6	No. 7	No. 8
				
	No. 9	No. 10	No. 11	No. 12
				
	No. 13		No. <i>byaku</i>	

Sankic-hi				
	No. 5	No. 6	No. 7	No. 8
				
No. 9	No. 10	No. 11	No. 12	
				
No. 13		No. <i>byaku</i>		
Chi Yuan Tang				
	No. 5	No. 6	No. 7	No. 8
				
No. 9	No. 10	No. 11	No. 12	
				
No. 13		No. <i>byaku</i>		
Pekín Tianya				
	No. 5	No. 6	No. 7	No. 8



























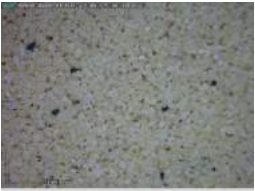
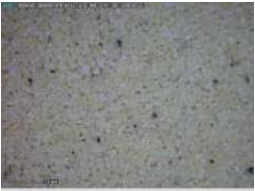







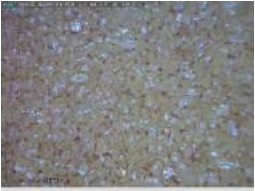
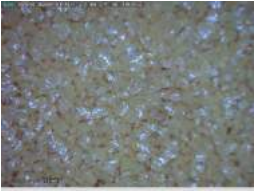
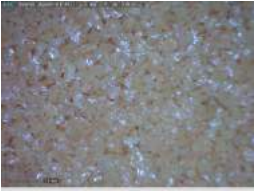


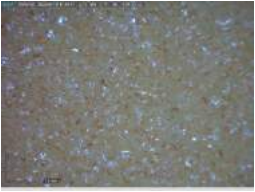

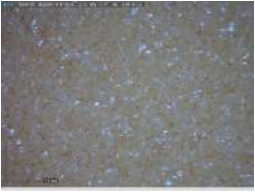
				
	No. 9	No. 10	No. 11	No. 12
				
	No. 13			
















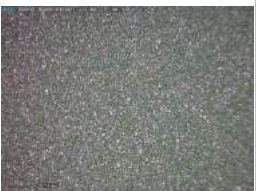


Tabla 48. Superficie de los pigmentos *shiumatsu* observada mediante microscopio óptico.

<i>Yamabuki</i>	Partículas de los pigmentos			
Nakaga- wa Gofun Enogu				
	No. 5	No. 6	No. 7	No. 8
				
	No. 9	No. 10	No. 11	No. 12
				
	No. 13		No. <i>byaku</i>	
Sankic- hi				
	No. 5	No. 6	No. 7	No. 8

				
	No. 10	No. 11	No. 12	No. 13
				
	No. 13		No. <i>byaku</i>	
Chi Yuan Tang				
	No. 5	No. 6	No. 7	No. 8
				
	No. 9	No. 10	No. 11	No. 12
				
	No. 13		No. <i>byaku</i>	
Pekín Tianya				
	No. 5	No. 6	No. 7	No. 8
				
	No. 9	No. 10	No. 11	No. 12

	 No. 13	 No. <i>byaku</i>
--	---	---

Tabla 49. Superficie de los pigmentos *yamabuki* observada mediante del microscopio óptico.

<i>Aokuchi souroku</i>	Partículas de los pigmentos				
Nakaga-wa Gofun Enogu	 No. 5	 No. 6	 No. 7	 No. 8	
	 No. 9	 No. 10	 No. 11	 No. 12	
	 No. 13	 No. <i>byaku</i>			
	Sankic-hi	 No. 5	 No. 6	 No. 7	 No. 8
		 No. 10	 No. 11	 No. 12	 No. 13























	 No. 13		 No. <i>byaku</i>	
Chi Yuan Tang	 No. 5	 No. 6	 No. 7	 No. 8
	 No. 9	 No. 10	 No. 11	 No. 12
	 No. 13		 No. <i>byaku</i>	
Pekín Tianya	 No. 5	 No. 6	 No. 7	 No. 8
	 No. 9	 No. 10	 No. 11	 No. 12
	 No. 13		 No. <i>byaku</i>	

Tabla 50. Superficie de los pigmentos *aokuchi souroku* observada mediante del microscopio óptico.

Podemos resumir los resultados de los cuatro tipos de pigmentos producidos por los distintos fabricantes como se muestra a continuación:

- El tamaño de las partículas tamizadas por los dos fabricantes japoneses es relativamente consistente, y en general, los tonos de los pigmentos son idénticos.
- Los pigmentos minerales naturales de Chi Yuan Tang se basan principalmente en el método japonés (véase fig. 230 y 231), lo cual se refleja en la tonalidad, la cual es parecida a la del sistema japonés. Por otra parte, los pigmentos *shin-iwa* presentan una destacable distinción de los anteriores.
- Ya sea pigmentos minerales naturales o pigmentos artificiales *shin-iwa*, los tonos presentados por el fabricante Pekín Tianya son totalmente diferentes a los de los otros tres fabricantes.
- El sistema de clasificación de Pekín Tianya se presenta en una escala de 1 a 13, sin incluir una tonalidad *byaku* (véase fig. 234).

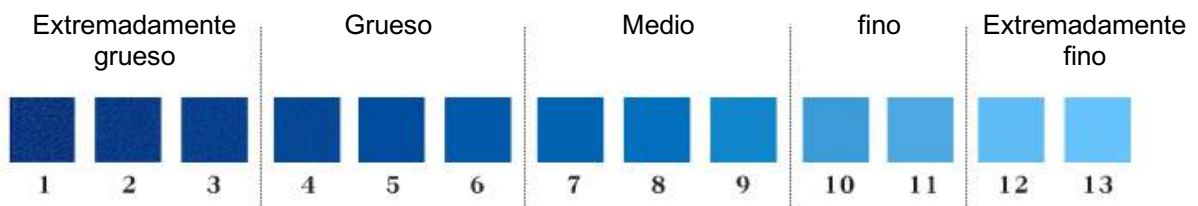


Fig. 238. Sistema de clasificación de Pekín Tianya.

- A través de la observación mediante microscopía digital, se pudo observar que los pigmentos japoneses presentaron una menor cantidad de impurezas. Por ejemplo, los pigmentos *akacha* hechos de jaspe rojo contenían muchas impurezas (rayas blancas y negras), acorde con lo descrito en el capítulo 2.4.4. Por otro lado, los pigmentos de las empresas Chu Yuan Tang y Pekín Tianya tuvieron significativamente más partículas blancas que los fabricantes japoneses.
- La clasificación de Pekín Tianya es ligeramente inconsistente. Por ejemplo, el no. 8 y no. 9 del pigmento *akacha* presentan una gran diferencia en el tamaño de sus partículas y se desconoce el estado del tamizado después del no. 9. Al contrario, las partículas no. 8 y no. 9 de los pigmentos *yamabuki* presentan una mayor similitud.

- Debido a sus ingredientes, el pigmento *shin-iwa* suele presentar la diferencia de ser completamente de un solo color o de estar contenido con otras partículas de color. Además, a través del microscopio digital, Dino-Lite UV AM4115FVT, se pudo observar que el pigmento *shin-iwa* también puede contener la transparencia de los minerales naturales (véase la diferencia entre los dos pigmentos en la fig. 235).

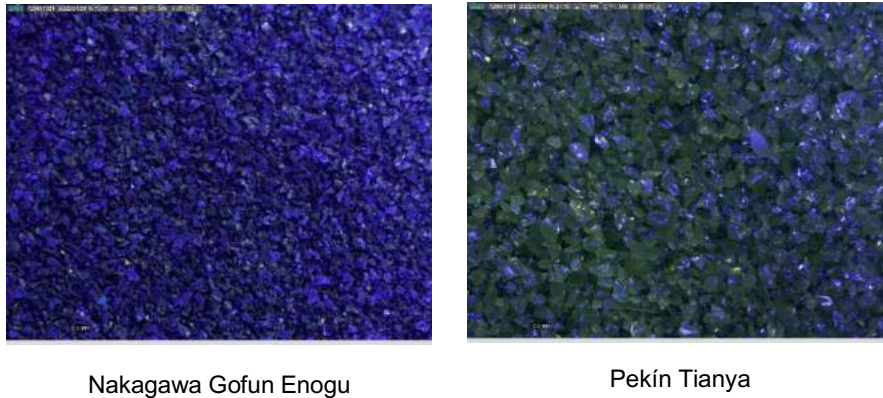


Fig. 239. Diferencias entre los pigmentos *aokuchi souroku*.

El componente químico de los pigmentos se inspeccionó a través de fluorescencia de rayos X, realizada en el Centro de Conservación de la Universidad de Cheng Shiu (véase fig. 240). Seleccionamos el número 5, 10 y *byaku* de cada pigmento, como se muestra en la tabla 51, 52, 53 y 54. Los pigmentos minerales de Pekín Tianya no tienen el valor escalar *byaku*, así que nos centramos en el no. 13 como objeto de observación.



Fig. 240. Analizador XRF portátil DELTA.

Códigos establecidos para los distintos fabricantes: G para Nakagawa Gofun Enogu, S para Sankichi, C para Chi Yuan Tang y T para Pekín Tianya.

<i>Akacha</i>	G, no. 5	G, no. 10	G, no. <i>byaku</i>	S, no. 5	S, no. 10	S, no. <i>byaku</i>	C, no. 5	C, no. 10	C, no. <i>byaku</i>	T, no. 5	T, no. 10	T, no. <i>byaku</i>
Fe	3.3099	3.5127	2.0086	3.3763	4.53	2.6698	5.97	6.48	2.9066	1.4422	2.3388	1.7669
Mg	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4.27	12.08	10.68
Al	0	0	0.3042	0	0	1.77	0.197	0.46	0.5609	1.16	1.29	1.08
Si	25.59	28.98	31.57	26.47	35.56	29.48	23.1	30.4	28.94	9.96	2.634	2.4301
S	0	0	0	0	0	0.0956	0	0	0	0.025	0.0517	0.0347
K	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.2833	0.2135	0.1771
Ca	0	0	0.501	0	0	0.1197	0.9912	1.2021	0.4281	13.81	19.75	17.74
Ti	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0301
Mn	0	0	0	0	0	0	0	0.0158	0.0128	0.135	0.1958	0.1424
Cu	0	0	0	0	0	0	0	0.0083	0	0	0	0
As	0	0	0.0024	0	0	0.0029	0	0	0	0	0	0.0021
Zr	0	0	0.0009	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pb	0.0017	0.0026	0.0028	0.0016	0.0041	0.0044	0.0024	0.0068	0.0027	0	0.0012	0.0018
LE	71.09	67.4	65.61	70.15	59.91	65.86	69.74	61.42	67.15	68.91	61.45	65.92

Tabla 51. Componentes de los pigmentos *akacha*.

<i>Shiunmatsu</i>	G, no. 5	G, no. 10	G, no. <i>byaku</i>	S, no. 5	S, no. 10	S, no. <i>byaku</i>	C, no. 5	C, no. 10	C, no. <i>byaku</i>	T, no. 5	T, no. 10	T, no. <i>byaku</i>
Fe	0.1022	0.1265	0.1427	0.1005	0.2068	0.153	0.5949	0.9021	0.7528	0.1732	0.133	0.1667
Al	9.68	9.87	10.48	9.7	11.78	10.23	9.58	11.69	9.6	0	0	0
Si	8.58	8.53	9.21	8.42	11.13	9.22	9.12	11.44	8.9	16.16	16.32	15.66
S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12.13	12.2	11.56
Cl	13.2	12.46	12.81	11.69	17.76	12.37	9.18	13.52	10.13	3.97	4.74	5.7
Ca	0	0	0.0582	0	0	0.1802	0.6596	1.2536	1.3175	3.52	3.37	3.44
Ti	0	0	0	0	0	0	0.0779	0	0	0	0	0
Mn	0.0417	0.0373	0.0543	0.0349	0.07	0.0668	0.052	0.1005	0.0912	0	0	0
Cu	0	0	0.0043	0	0	0	0.0044	0	0	0	0	0
Zn	0	0	0.0045	0	0.0056	0.004	0	0	0	0	0	0
Zr	0	0	0	0	0.0011	0.0009	0	0.0029	0.0018	0	0	0
Pb	0.0016	0.0014	0.0095	0.0028	0.0026	0.0051	0.0037	0.0042	0.0028	18.59	16.97	13.64
LE	68.39	68.97	67.22	70.06	59.05	67.77	70.73	61.08	69.2	45.28	46.26	49.67

Tabla 52. Componentes de los pigmentos *shiunmatsu*.

<i>Yamabuki</i>	G, no. 5	G, no. 10	G, no. <i>byaku</i>	S, no. 5	S, no. 10	S, no. <i>byaku</i>	C, no. 5	C, no. 10	C, no. <i>byaku</i>	T, no. 5	T, no. 10	T, no. <i>byaku</i>
Fe	0	0	0	0	0	0	0.6886	0.8834	0.5655	0.1058	0.0462	0.0354
Al	1.34	0.4	0.54	0.98	0.46	0.59	8.43	10.01	7.66	0.29	0	0.28
Si	7.73	7.73	5.26	9.26	7.78	6.69	19.08	22.6	17.15	9.96	12.55	7.68
P	0	0	0.0115	1.4437	0.0454	0.028	2.97	3.79	2.6701	0	0	0

S	11.91	12.33	8.06	11.63	11.7	10.12	0.3716	0.4289	0.2839	10.24	12.55	7.54
Cl	7.78	13.02	8.69	5.03	11.52	11.42	0	0	0	4.94	8.37	5.27
K	0.3638	0.1004	0.0644	0.2519	0	0.0852	0	0	0	2.2	0	0.734
Ca	3.66	2.63	1.4174	0.7976	2.36	1.8849	2.03	2.718	1.6149	2.91	2.4	1.6718
Ti	0	0	0	0.257	0	0	0.5498	0.5738	0.3372	0.84	0	0.3236
V	0	0	0	0.1271	0	0	0.4331	0.5563	0.3383	0.455	0	0.1367
Cr	0	0	0	0.2925	0	0	0.2543	0.3462	0.2043	0	0	0
Mn	0	0	0	0	0	0	0.0298	0.0597	0.0397	0	0	0
Ni	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0058	0	0	0
Cu	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0172	0	0	0
Zn	1.5048	1.4171	0.4107	0.8174	1.3189	0.7759	0.0258	0.0309	0.0145	1.8125	0.8101	0.6964
As	0	0	0.2329	0	0	0	0	0	0	0	0	0.1448
Zr	0.0139	0	0	1.5995	0.0412	0.0116	3.69	4.56	1.5782	0.0144	0	0
Sn	0	0	0.0141	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0271
Sb	1.7	1.88	0.1758	0.7903	1.739	0.6078	0.028	0	0	1.5645	0.7609	0.2723
Hf	0	0	0.0891	0	0	0.0941	0	0	0.0295	0	0	0.0748
Pb	17.43	17.88	3.39	14.44	16.07	8.09	0.0104	0.0112	0.0057	13.25	16.99	4.99
LE	46.58	42.62	71.64	52.25	46.96	59.6	61.41	53.44	67.49	51.4	45.53	70.12

Tabla 53. Componentes de los pigmentos *yamabuki*.

<i>Aokuchi souroku</i>	G, no. 5	G, no. 10	G, no. byaku	S, no. 5	S, no. 10	S, no. byaku	C, no. 5	C, no. 10	C, no. byaku	T, no. 5	T, no. 10	T, no. byaku
Fe	0	0	0.0234	0.0912	0	0.0227	0.2778	0.4422	0.2561	0.4008	0.1135	0.1179
Al	0.27	0.4	0.4544	0.66	0.53	0.4568	8.38	9.99	8.64	0	0.62	0
Si	6.34	5.31	4.16	7.54	5.79	4.06	8.8	11.77	9.45	15.75	11.67	13.6
P	0.0163	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
S	10.99	8.99	6.74	11.37	9.99	6.34	0	0	0	11.86	9.73	10.23
Cl	11.66	9.18	6.98	11.89	10.54	6.29	0	0	0	3.73	3.92	6.29
K	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.6019	0.1049
Ca	0.484	0.3419	0.389	0.5641	0.3938	5.085	1.0902	1.6459	1.25	3.15	3.72	2.0433
Ti	0	0	0	0	0	0	0.2242	0.2918	0.2023	0	0	0
V	0	0	0	0	0	0	0.0506	0.0653	0.0349	0	0	0
Cr	5.03	3.55	1.6073	5.15	4.31	1.549	9	11.78	7.06	0.3662	0.3159	0.2352
Co	0.0577	0.0366	0.0169	0.0491	0.0444	0.0127	0.0088	0.0301	0.0161	0	0	0
Cu	0	0	0	0	0	0	0.0066	0.0202	0.0149	1.1062	0.9714	0.5884
Zn	1.8344	1.2488	0.4218	1.5009	1.54	0.3684	0.0245	0.0504	0.028	0	0	0.7155
As	0	0	0.2135	0	0	0.1938	0	0	0	0	0	0
Zr	0.0183	0.009	0	0.0245	0.0137	0	0.0084	0.0101	0.003	0	0	0
Sn	0.1946	0.1117	0.0197	0.2683	0.1371	0.0175	0	0	0	0	0	0
Sb	0.2297	0.131	0.0211	0.2153	0.1421	0.0163	0	0	0	0	0	0.0323
Hf	0	0.0942	0.0782	0	0	0.0756	0	0	0	0	0	0
Pb	14.39	8.72	2.0716	15.65	11.26	1.7394	0.0082	0.003	0.0017	16.8	10.81	9.16
LE	48.48	61.88	76.8	45.03	55.31	78.35	72.12	63.89	73.04	46.83	57.53	56.87

Tabla 54. Componentes de los pigmentos *aokuchi souroku*.

Según estos datos, pasamos a analizar la composición de los pigmentos minerales naturales en primer lugar, seguido del análisis de los pigmentos *shin-iwa*:

- En los datos de los pigmentos *akacha* representados en la tabla 51, podemos ver claramente que la fórmula química de Pekín Tianya es muy diferente a la de los otros fabricantes. Como se ha mencionado en el capítulo 2.4.4. sobre la composición química del jaspe, la cual es SiO_2 , por su parte el pigmento *akacha* debe tener un mayor contenido de silicio (Si). Sin embargo, en el fabricante Pekín Tianya este pigmento tiene menos del 10% de contenido de este mineral, estando compuesto por una mayor cantidad de calcio (Ca). Especulamos que puede no estar hecho de jaspe rojo, o que presente demasiadas impurezas.
- En los datos de pigmentos shiunmatsu debería tener un cierto contenido de aluminio (Al), silicio (Si) y cloro (Cl), pero los datos de Pekín Tianya carecen de aluminio (Al), y su contenido de plomo (Pb) es lo máximo, representando del 13% al 19%.
- Como se menciona en el capítulo 2, incluso si se utiliza el mismo mineral para hacer un pigmento, la composición final de este será diferente debido al origen, las impurezas y a su proceso de fabricación, lo que afectará al color final del pigmento. Además, un pigmento, aunque se denomine de la misma forma puede estar compuesto por diferentes minerales.

A continuación, se presenta un resumen de lo investigado sobre los pigmentos *shin-iwa*:

- Mediante los datos de los pigmentos *shin-iwa* se muestra que, los componentes de los cuatro fabricantes son distintos, y todos ellos tienen cierto contenido de silicio (Si), como se ha mencionado en el capítulo 2.5.1. en referencia a que la base del pigmento *shin-iwa* es el vidrio.
- El pigmento *shin-iwa* de Nakagawa Gofun Enogu está hecho principalmente de borosilicato de plomo y de colorantes⁴⁵⁸, mientras que el fabricado por Pekín Tianya está hecho de ácido silícico y bauxita, a lo que

⁴⁵⁸ *Pintura japonesa y materiales de pintura nihonga. 日本絵画と日本画絵具.* [Consultado el 6-11-2019]. Disponible en: https://www.jstage.jst.go.jp/article/shikizai1937/75/8/75_401/article/-char/ja/

se agrega plomo, carbonato de sodio, potasio, entre otros componentes⁴⁵⁹. Por lo tanto, el plomo es uno de los principales contenidos de los pigmentos *shin-iwa*. De acuerdo con los datos sobre plomo (Pb), el contenido de la empresa Chi Yuan Tang sobre este tipo de pigmento es el mínimo y su contenido de Al es relativamente alto.

- Los componentes del pigmento *aokuchi souroku* de Nakagawa Gofun Enogu y Sankichi presentan grandes similitudes.

5.3.2. Pigmentos minerales de los fabricantes Zecchi, Kremer y Chi Yuan Tang.

Elegimos los pigmentos hechos de malaquita de Zecchi y Kremer (véase fig. 241) para investigar sus tonos (véase fig. 242), sus superficies, tamaños a través de microscopía digital y sus componentes, comparados con los pigmentos nihonga hechos por el fabricante Chi Yuan Tang.



Fig. 241. Pigmentos de Kremer.

⁴⁵⁹ WANG, Xiong Fei y YU, Lu Kui, *Manual de color mineral*. 礦物色使用手冊. People's fine arts publishing house, Pekín, 2013, p. 31.

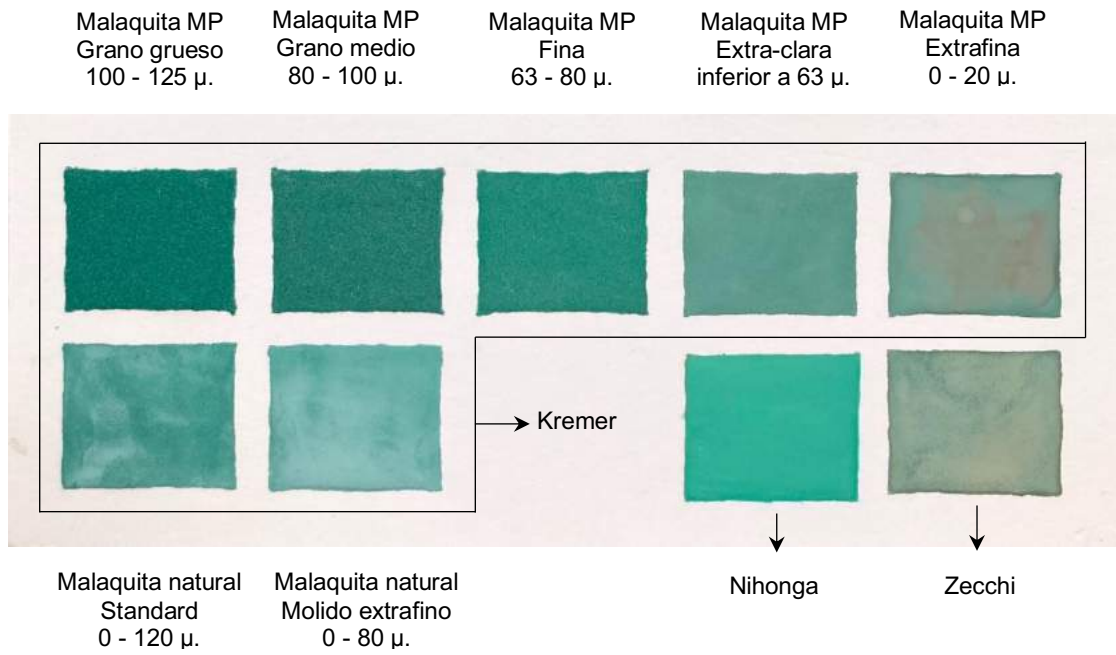


Fig. 242. Pigmentos hechos de malaquita mezclados con aglutinante *sanzenbon nikawa*.










Malaquita	Partículas de los pigmentos			
Kremer				
	Malaquita MP Grano grueso	Malaquita MP Grano medio	Malaquita MP Fina	Malaquita MP Extra-clara
				
	Malaquita MP Extrafina	Malaquita natural Standard	Malaquita natural Molido extrafino	
Zecchi			Nihonga	

Tabla 55. Superficies de los pigmentos hechos a base de malaquita observados mediante del microscopio óptico.

Códigos establecidos para cada pigmento: para el grano grueso de malaquita MP el código es GR, para el grano medio de malaquita MP es GM, para una muestra fina de malaquita MP es F, para una muestra extra-clara de malaquita MP es EC, para una muestra extrafina de malaquita MP es EF, el estándar de malaquita natural se identifica mediante S, el resultado de una molienda extrafina de malaquita natural, se identifica como ME, el pigmento malaquita de Zecchi aparece como ZE y los pigmentos nihonga se identifican con el código NH.

A continuación, se muestran los datos de los componentes examinados a través del analizador XRF portátil DELTA:

Malaquita	GR	GM	F	EC	EF	S	ME	ZE	NH
Fe	0.047	0.1566	0.1147	0.1556	0.0911	0.0179	0.0156	0.4976	0.1178
Al	0.17	0.58	0	0	0.2389	0	0	0	'
Si	0.9812	6.05	1.5297	1.3306	0.3927	0.4071	0.1802	0.2788	0.107
P	0.22	0.1017	0.0897	0.0234	0.0376	0.1886	0.1262	0	0
S	0	0.0461	0.9511	0.181	0.2551	0.0365	0.052	2.6623	0.0189
Cl	2.66	0	1.69	2.18	2.61	3.16	2.92	0	2.28
K	0	0	0	0	0.0189	0	0.0175	0	0
Ca	0.0824	0	0.3209	0.0785	0.0876	0.0825	0.096	3.2777	0.0788
Ti	0	0	0	0	0.017	0	0.039	0.0197	0
Mn	0	0	0	0.0114	0.0052	0	0.0054	0.0052	0.0045
Co	0	0.0435	0.013	0.0298	0.0141	0.0059	0.005	0.0187	0.0046
Ni	0	0.015	0	0.0369	0	0	0	0.0033	0
Cu	37.06	36.24	37.78	20.15	13.16	28.26	9.68	5.95	11.81
Zn	0	0	0	0	0	0	0	0.0218	0
As	0	0	0	0	0	0	0	0.008	0
Zr	0	0	0	0.0034	0.0015	0	0	0	0
Sn	0.0129	0	0	0	0	0	0	0	0
Sb	0	0	0	0	0	0.0305	0	0.0145	0.0167
Pb	0	0.0057	0.0121	0.007	0.0017	0	0	0.0271	0
LE	55.5	56.76	57.5	73.04	83.07	67.72	85.19	87.21	83.79

Tabla 56. Componentes de los pigmentos.

Podemos resumir los siguiente sobre estos datos:

- Los tonos de los pigmentos de malaquita elaborados por los tres fabricantes son completamente distintos. Entre ellos, la presentación extrafina del pigmento a base malaquita MP de Kremer y la del pigmento nihonga resultaron similares en tamaño, pero el color de este último era más saturado y brillante.

- La presentación extrafina del pigmento a base de malaquita MP de Kremer a través de una capa de color marrón en la superficie pudo ser causada por ciertas impurezas correspondientes a sus componentes.
- Los pigmentos mezclados con diferentes partículas como el estándar y el molido extrafino de Kremer, presentaron en sus superficies una capa clara debida, probablemente, a la utilización de pigmentos demasiado finos de malaquita. Además, como se puede observar en la figura 229, la mezcla de otros medios como el temple de huevo o el aceite de linaza produjo colores más consistentes. No obstante, a través de la mezcla con cola de conejo este último efecto fue menor porque la sustancia que otorga claridad fue eliminada deliberadamente durante el proceso de aplicación.
- Se encontró que, el componente más importante de la malaquita, cobre (Cu), presentó su mayor contenido en las partículas gruesas del pigmento de la empresa Kremer y, en contra partida, el menor contenido de este elemento se encontró en el pigmento del fabricante Zecchi.

CAPÍTULO 6: APLICACIÓN Y ALGUNAS DE LAS CARACTERÍSTICAS MÁS IMPORTANTES DE LOS PIGMENTOS MINERALES.

La técnica nihonga se basa principalmente en la utilización de aglutinantes de origen animal a través de los que se adhieren los pigmentos minerales a la obra. El tipo y cantidad de aglutinantes, así como el tipo y calidad de pigmentos minerales y las técnicas pictóricas influirán en el trabajo final. En este capítulo se detalla en profundidad la aplicación de los pigmentos minerales a través de operaciones prácticas, complementadas con investigación teórica.

6.1. Breve presentación cromática de las partículas minerales.

En el capítulo anterior pudimos ver que, observando la estructura de los pigmentos minerales a través de microscopía digital, esta mostraba una formación caracterizada por un grano de cristal multifacético y secciones dispuestas en diferentes ángulos. La saturación de los pigmentos minerales está determinada por el tamaño de las partículas, como se ha mencionado anteriormente. Desde un punto de vista óptico, dado que la distancia lumínica que pasa a través del pigmento de partículas finas es corta, la tasa de absorción de la luz es baja lo que hace que se refleje más luz hacia el exterior, por lo que el color es claro⁴⁶⁰. Por otro lado, la distancia de la luz que pasa por el interior del pigmento de partículas gruesas es larga, al absorber la luz, esta va a ser reflejada hacia el exterior de una forma débil, por lo que el color tiende a ser oscuro.⁴⁶¹⁴⁶²

Cuando se proyecta un haz de luz sobre un pigmento mineral, la luz se dividirá en tres tipos: reflejada, difusa y absorbida. Las dos primeras muestran el brillo del mineral, y la intensidad de la luz absorbida determina la transparencia del mineral. Cuando la luz entra en la capa de los pigmentos, debido al diferente ángulo de las secciones que los componen y a la distancia de cada sección entre partículas (véase fig. 243.), la refracción y reflexión de la luz se suceden continuamente dentro de las capas pigmentarias y acaba siendo reflejada a través de su superficie en múltiples direcciones, formando la textura característica de las técnicas nihonga.

⁴⁶⁰ Alta reflectividad.

⁴⁶¹ WANG, Xiong Fei y YU, Lu Kui, *Manual de color mineral*. 礦物色使用手冊. People's fine arts publishing house, Pekín, 2013, p. 40.

⁴⁶² Baja reflectividad.

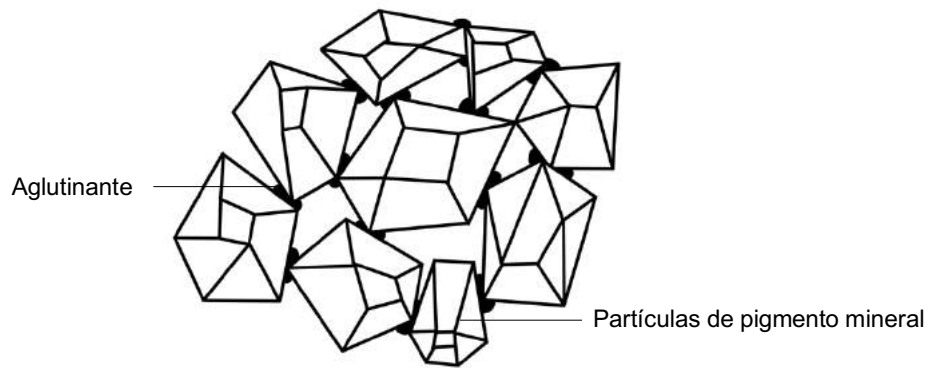
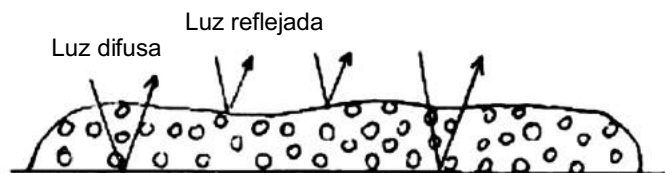


Fig. 243. Estructura entre partículas minerales y aglutinante.

En la pintura al óleo cuando la luz irradia la capa de pigmentos que la componen, debido a que el pigmento se adhiere principalmente a la obra en partículas diminutas, la luz se invierte y se difunde en dos direcciones. Así, no se da el efecto reflectante de los pigmentos minerales nihonga, caracterizado por el tamaño de partículas, como se muestra en la figura 244. Un ejemplo de esto último se puede ver en minerales con un índice de refracción mayor como es el cinabrio, el cual es relativamente poco y está afectado por el índice de refracción del medio⁴⁶³.



Efecto de luz a la pintura al óleo.



Efecto de luz a nihonga.

Fig. 244. Relación entre la luz y la pintura al óleo y nihonga.

⁴⁶³ WANG, Xiong Fei y YU, Lu Kui, *Manual de color mineral*. 礦物色使用手冊. People's fine arts publishing house, Pekín, 2013, p. 40.

6.2. Estudio de la aplicación de las distintas partículas pigmentarias

En este epígrafe, analizamos más de cerca la representación de la escala cromática de las partículas minerales a través de su aplicación práctica. También se analiza el comportamiento de los pigmentos en distintos soportes metálicos.

6.2.1. Prueba de cubrimiento.

En primer lugar, empezamos con la prueba de cubrimiento a través de la cual se observaron los efectos de la escala cromática, los distintos tamaños de partículas y la cantidad de capas aplicadas sobre un soporte de papel washi. Como se observa en la figura 245 las muestras se ordenaron en cuadrículas de izquierda a derecha, empezando por las partículas más gruesas (no. 5) a las más finas (no. *byaku*). La primera columna de cada cuadrícula está pintada con tres capas, la siguiente está pintada con dos capas y la última tiene una sola capa.

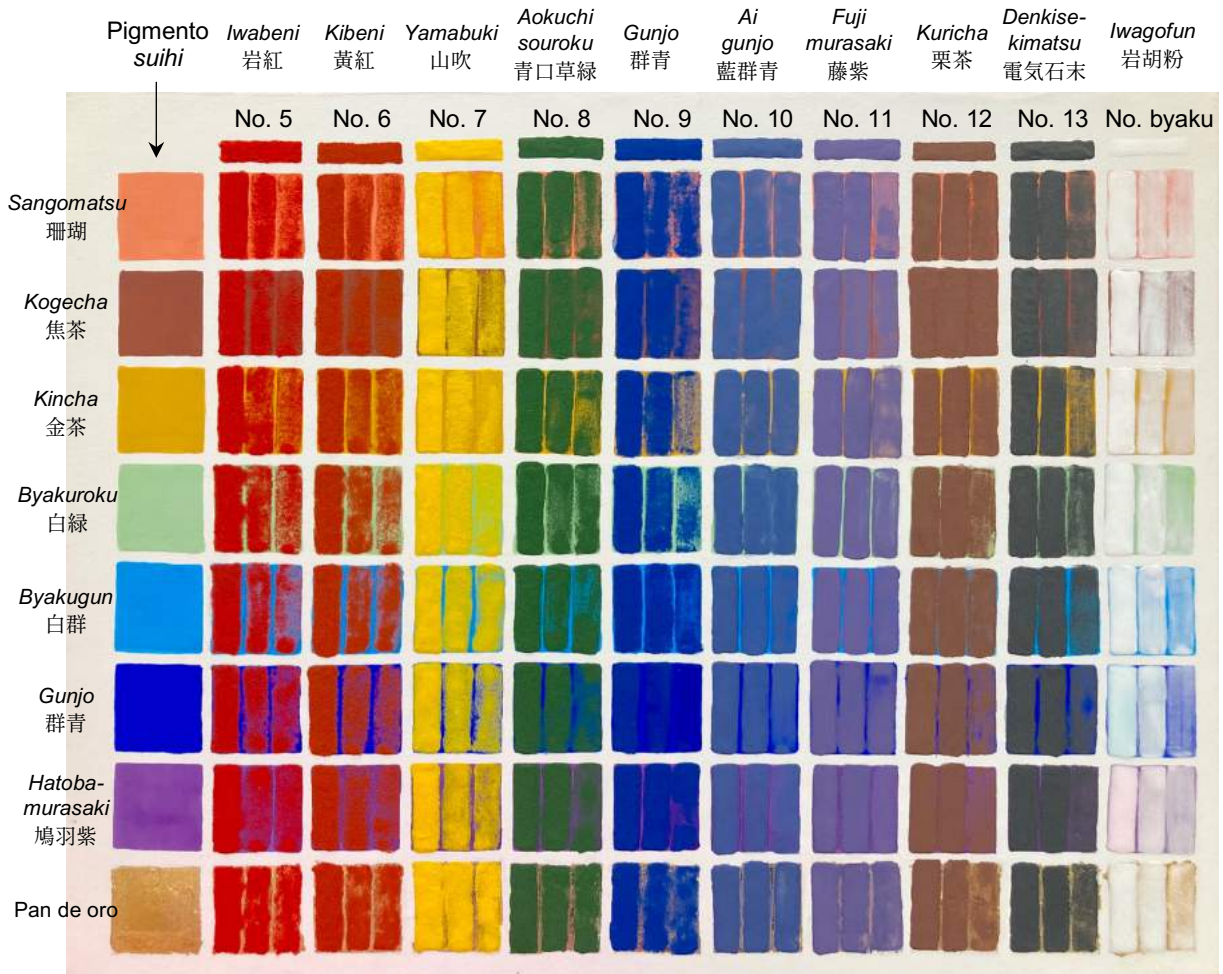


Fig. 245. Prueba de escala cromática y partículas.

Como se observa en la imagen, la superposición de capas de colores similares aumentó la saturación del color, y la superposición de diferentes colores produjo resultados más ricos. De esta forma, se dedujo que al superponer colores y combinar pigmentos con diferentes tamaños de partículas, se pueden crear más tonos en las obras. No obstante, se observó que las partículas gruesas de los pigmentos presentaron dificultades de saturación en una sola aplicación, sin embargo, las partículas finas estuvieron casi saturadas cuando se aplicó una segunda capa sobre la superficie.

6.2.2. Alteraciones cromáticas al mezclar partículas de distintos pigmentos minerales.

Investigamos los efectos al mezclar dos pigmentos *shin-iwa* y dos pigmentos minerales naturales en una secuencia con diferentes tamaños de partículas (véase fig. 246). Se analizaron los resultados mediante microscopía óptica (véase tabla 57 y 58).

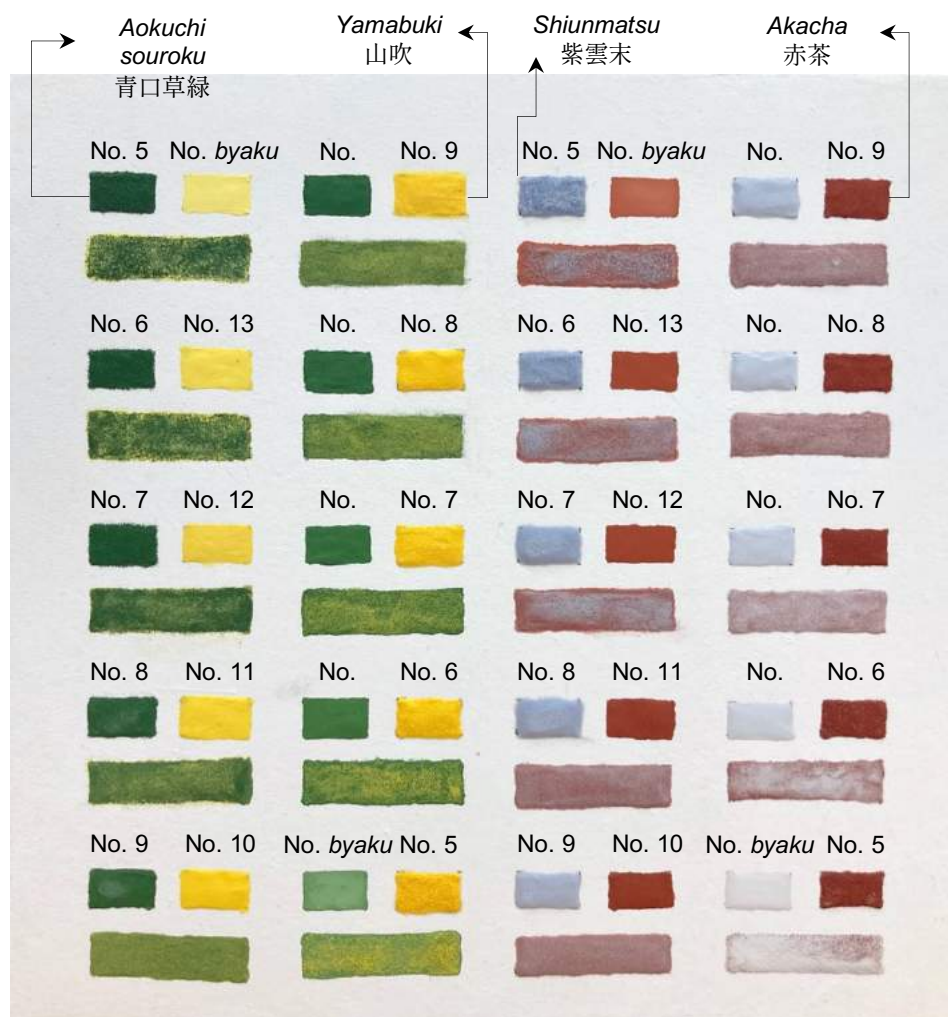


Fig. 246. Prueba de mezcla de partículas distintas.

También hicimos una prueba de variación cromática a través de la mezcla de pigmentos utilizados de forma aleatoria.

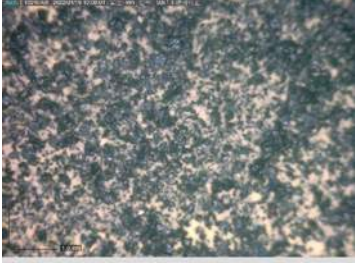

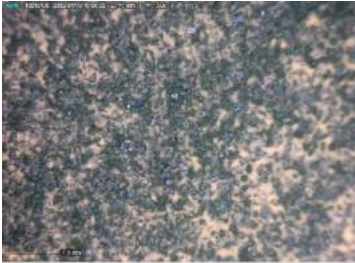







Mezcla de <i>aokuchi souroku</i> y <i>yamabuki</i>	
 <p>No. 5 mezcla con no. <i>byaku</i>.</p>	 <p>No. 10 mezcla con no. 9.</p>
 <p>No. 6 mezcla con no. 13.</p>	 <p>No. 11 mezcla con no. 8.</p>
 <p>No. 7 mezcla con no. 12.</p>	 <p>No. 12 mezcla con no. 7.</p>
 <p>No. 8 mezcla con no. 11.</p>	 <p>No. 13 mezcla con no. 6.</p>
 <p>No. 9 mezcla con no. 10.</p>	 <p>No. <i>byaku</i> mezcla con no. 5.</p>

Tabla 57. Superficie de la mezcla de *aokuchi souroku* y *yamabuki* observada mediante del microscopio óptico.


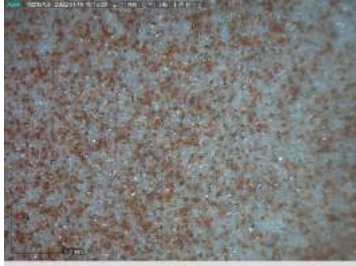

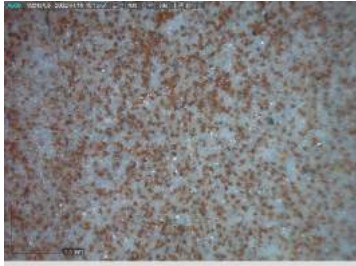

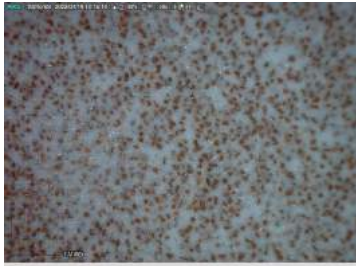
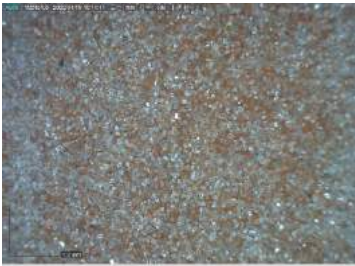
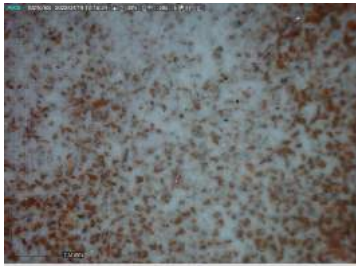
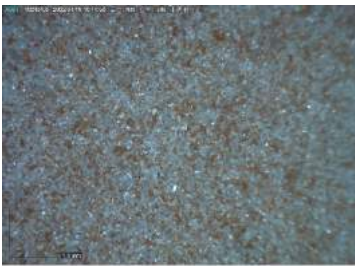

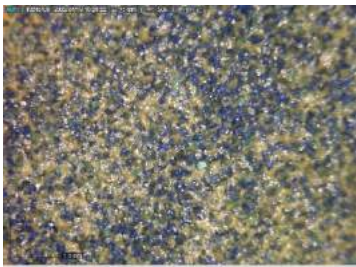
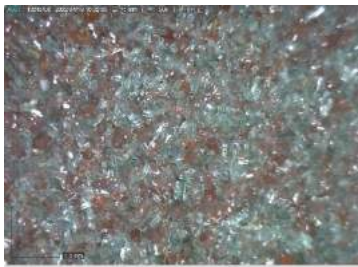
Mezcla de ● <i>shunmatsu</i> y ● <i>akacha</i> .	
	
No. 5 mezcla con no. <i>byaku</i> .	No. 10 mezcla con no. 9.
	
No. 6 mezcla con no. 13.	No. 11 mezcla con no. 8.
	
No. 7 mezcla con no. 12.	No. 12 mezcla con no. 7.
	
No. 8 mezcla con no. 11.	No. 13 mezcla con no. 6.
	
No. 9 mezcla con no. 10.	No. <i>byaku</i> mezcla con no. 5.

Tabla 58. Superficie de la mezcla de *shunmatsu* y *akacha*, observada mediante del microscopio óptico.



Fig. 247. Prueba de la mezcla de pigmentos.

A continuación, se presentan las tablas correspondientes a la figura 247, la cuales representan los resultados observados a través del microscopio digital, con el objetivo de estudiar más a fondo la variación de color de los pigmentos mezclados:

Fila 1			
● Mica oro, 金泥雲母	● Gunroku, no. 8, 群緑	● Actinolita, no. 7, 陽起石末	● Iwa taisha, no. 6, 岩岱赭
			

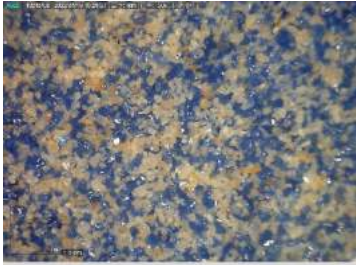
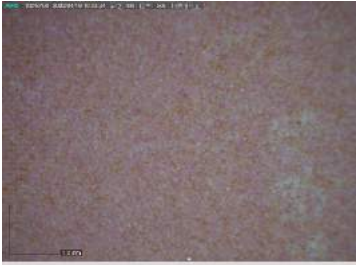


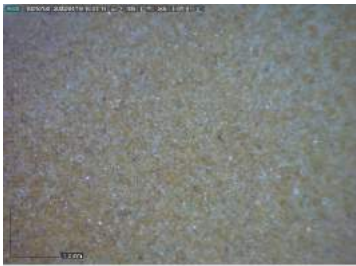
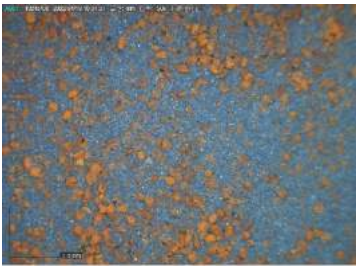


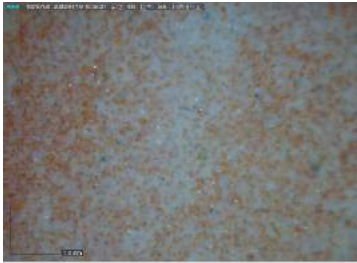


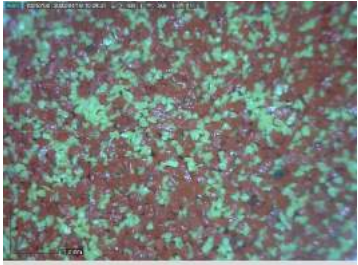
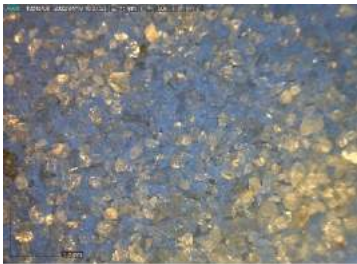
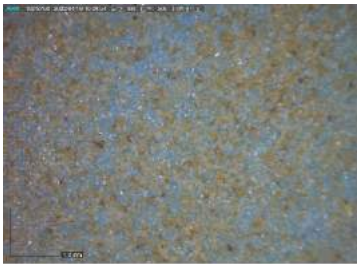


<p>● <i>Iwa hada</i>, no. 8, 岩肌</p>	<p>● Azul cobalto, no. 7, 深钴藍</p>	<p><i>Akamurasaki</i>, no.13, 赤紫</p>	<p>● <i>Koikuchi sangomatsu</i>, no. 13, 濃口珊瑚末</p>
			
<p><i>Aokuchi rokusho</i>, no.11, 青口綠青</p>	<p><i>Koikuchi yaki rokusho</i>, no. 9, 濃口燒綠青</p>	<p>● <i>Denkisekimatsu</i>, no. 13, 電氣石末</p>	<p>● <i>Sakura nezumi</i>, no. 8, 桜鼠</p>
			
<p><i>Wakaba</i>, no. 12, 若葉</p>	<p>● <i>Kincha</i>, no. 10, 金茶</p>	<p><i>Aokuchi fuji murasaki</i>, no. 11, 青口藤紫</p>	<p><i>Kibeni</i>, no. 6, 黃紅</p>
			
<p>● <i>Gofun</i>, 胡粉</p>	<p><i>Mizu gunroku</i>, no.10 水群綠</p>	<p>● <i>Hakusuimatsu</i>, no. 11, 白翠末</p>	<p><i>Momoiro</i>, no. 11, 桃</p>
			

Tabla 59. Superficie de mezcla de los pigmentos observada mediante del microscopio óptico, fila 1.

Fila 2

<p>● <i>Junhokaimatsu</i>, no. <i>byaku</i>, 方解末</p>	<p>● Realgar, no. 13, 雄黃</p>	<p>● Cinabrio, no. 9, 辰砂</p>	<p><i>Asagi gunjo</i>, no. 12, 浅黄群青</p>
			
<p>● <i>Mizu Asagi</i>, no. 8, 水浅葱</p>	<p>● Jaspe verde, no. 12, 綠碧玉</p>	<p><i>Yamabuki</i>, no. 6, 山吹</p>	<p><i>Iwa beni</i>, no. 5, 岩紅</p>
			
<p><i>Gunjo</i>, no. 12, 群青</p>	<p>● <i>Shiunmatsu</i>, no. 5 紫雲末</p>	<p><i>Seiji iro</i>, no. 10, 青磁色</p>	<p>● <i>Usukuchi kincha</i>, no. 10, 淡口金茶</p>
			
<p>● Mica plata, 雲母銀</p>	<p>● Ágata, no. 13, 瑪瑙</p>	<p>● <i>Koikuchi sangomatsu</i>, no. 12, 濃口珊瑚末</p>	<p><i>Ai gunjo</i>, no. 10, 藍群青</p>
			


● <i>Gunroku</i> , no. 10, 群緑	● <i>Akakuchi azukicha</i> , no. 8, 赤口小豆茶	● Jaspe amarillo, no. 8, 黄碧玉	● Turmalina violeta, no. 12, 帝王紫
			

Tabla 60. Superficie de mezcla de los pigmentos observada mediante microscopio óptico, fila 2.

● : pigmentos minerales naturales.

Restos: pigmentos *shin-iwa*.

De las mezclas anteriores podemos enumerar las siguientes conclusiones:

- Los pigmentos minerales naturales suelen contener impurezas difíciles de eliminar, así como un lustre natural que les transfiere un color singular. Al contrario, los pigmentos *shin-iwa* son relativamente puros y tienen una textura de vidrio, y muestran un brillo más rígido. (véase tabla 57)
- Cuando se mezclan dos pigmentos con una gran diferencia de tamaño de partículas, el color será desigual y turbio, o el color de uno de ellos se superpone al otro. Por lo tanto, no se pueden mostrar las características de ambos pigmentos.
- Según los datos del microscopio digital, la mezcla de pigmentos más adecuada es una que no exceda más de dos grados.
- La mezcla de pigmentos minerales naturales y pigmentos *shin-iwa* puede complementar el brillo de los segundos, consiguiendo un lustre más cercano al natural.
- En la tabla 60, observamos en detalle el pigmento *gunroku*, fabricado por la empresa Chi Yuan Tang, el cual está mezclado por dos pigmentos minerales de color verde y azul (véase fig. 248), como se menciona en la parte de la azurita en el capítulo 2.4.1.

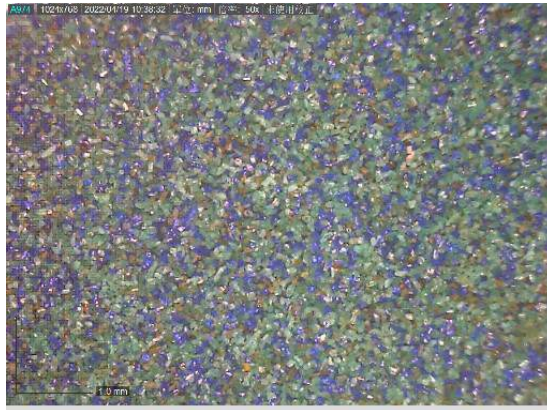


Fig. 248. Pigmento *gunroku*.

6.2.3. Comparación entre los pigmentos minerales naturales, *shin-iwa* y *suihi*.

Tanto el pigmento mineral natural, como el pigmento *shin-iwa* y el pigmento *suihi* presentan características únicas. En este epígrafe, se presentan tres obras a través de las cuales se puede diferenciar el resultado en la aplicación de estos tres tipos de pigmentos.



Pigmentos minerales naturales.



Pigmentos minerales *shin-iwa*.



Pigmentos minerales *suihi* y *gofun*.

Fig. 249. Pigmentos seleccionados con tonos similares.



Fig. 250. Obra realizada con pigmentos minerales naturales.



Fig. 251. Obra realizada con pigmentos *shin-iwa*.



Fig. 252. Obra realizada con pigmentos *suihi*.

6.2.4. Ensayos de soportes.

Para los soportes de la técnica nihonga se utiliza principalmente papel, seda y madera, o una base de papel dorado hecho de pan de oro, plata, etc. Para aumentar la diversidad de soportes de esta pintura, aplicamos algunos pigmentos característicos de esta a láminas metálicas (véase fig. 253) y materiales de vidrio (véase fig. 254) para observar los resultados de adherencia conseguidos.

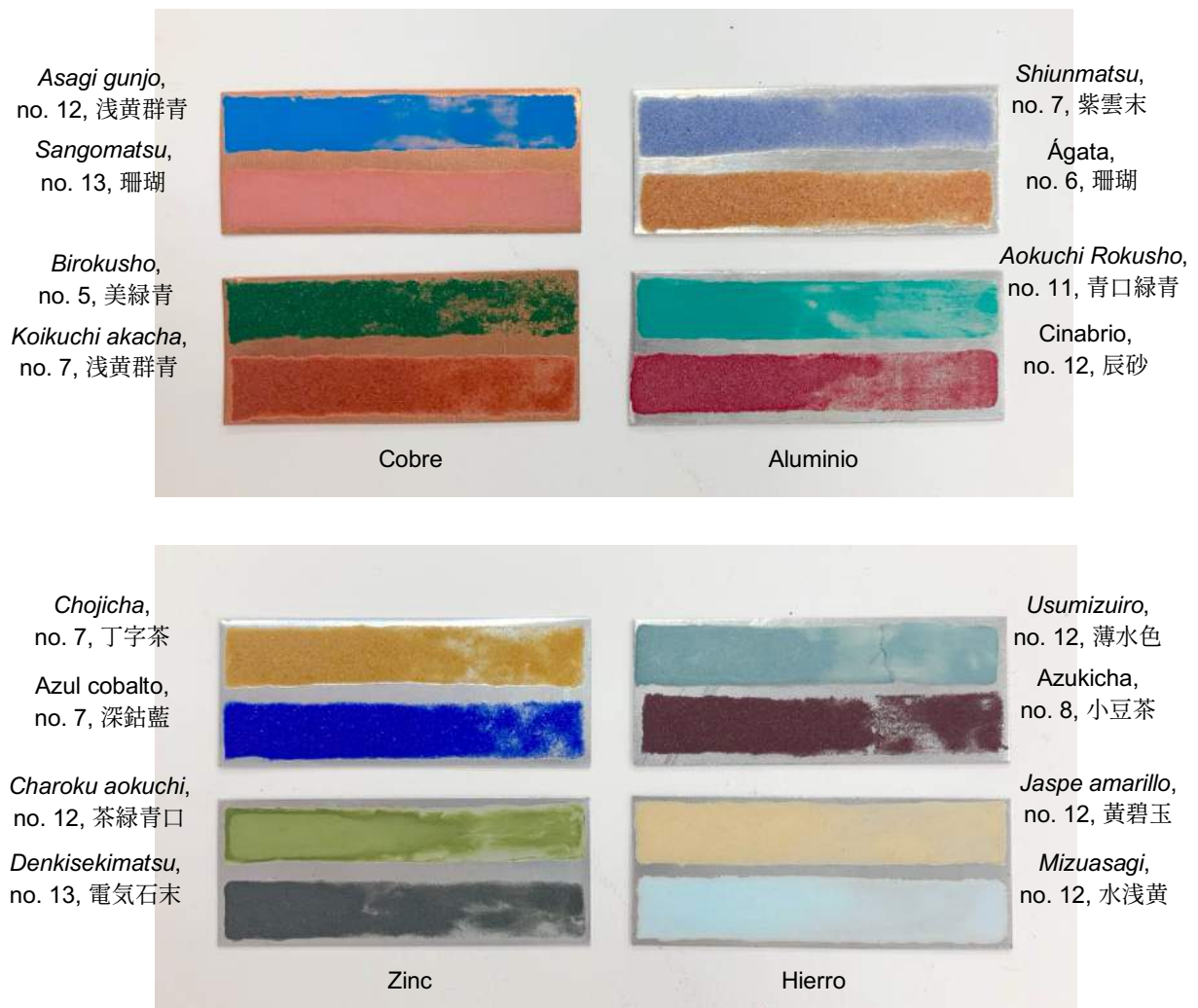
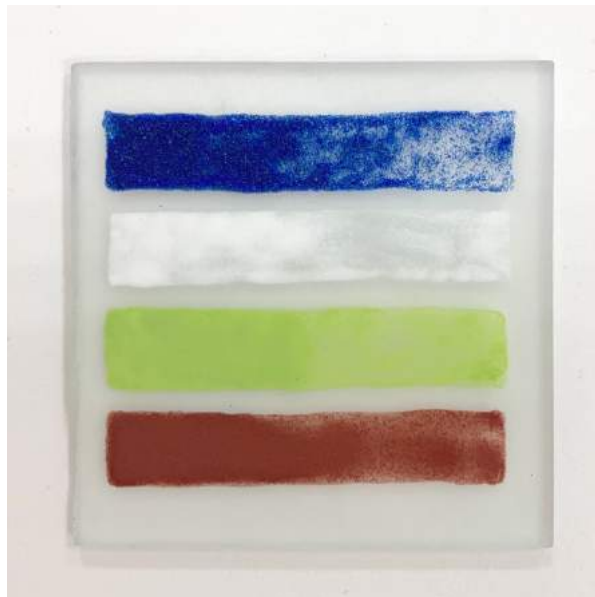


Fig. 253. Pigmentos aplicados en soporte metálicos.



Hoja de vidrio claro.



Hoja de vidrio escarchado.

Fig. 254. Pigmentos aplicados en los dos tipos de hoja de vidrio.

Debido a que en superficies metálicas es difícil conseguir la adherencia del pigmento, cuando se pinta sobre láminas metálicas en la técnica nihonga, se requiere de un tensioactivo para conseguir adherencia, como puede ser un jabón limpiador doméstico diluido en agua.

Entre las distintas superficies metálicas, el hierro es el metal con una la adherencia más débil, dado que el pigmento suele caerse inmediatamente después del secado (véase fig. 255). Estos soportes son diferentes de los utilizados tradicionalmente en nihonga, aunque los pigmentos se puedan aplicar sobre ellos con aglutinantes animales, aún se requiere de investigación e inspección climática para garantizar su capacidad de conservación.



Fig. 255. Caída de los pigmentos.

6.3. Procesos técnicos en la pintura nihonga.

Al igual que en otros tipos de pintura, en la nihonga se puede crear diferentes texturas a través de sus distintas técnicas y herramientas características.

Técnica de impasto (véase fig. 256, 257 y 258):

En Japón a esta técnica se le denomina *moriage* (en japonés, 盛上) y es una de las más tradicionales en nihonga. Se elabora mediante la mezcla de pigmento de pumita, con pigmento *gofun* y con el pigmento de calcita (los materiales pueden variar según cada artista) a través de la que se genera un relieve.



Fig. 256. Técnica del impasto.



Tabla preparada sobre papel *washi*. En este trabajo se muestra la técnica del impasto.

Fig. 257. Wan Ting Yang, *Memoria de la ciudad*, 20 x 40 cm.



Fig. 258. Wan Ting Yang, *Impresión de la ciudad*, 50 x 60 cm.

Collage (véase fig. 259):

Esta técnica se realiza utilizando aglutinantes animales sobre los que, además de generar texturas y formas decorativas, también se puede adherir diferentes materiales para completar la imagen que se pretenda. Por ejemplo, las obras de Hakuta Yoshuya combina *washi* japonés, estopilla, láminas metálicas y otros materiales para obtener una textura distinta a la obtenida en las técnicas tradicionales (véase fig. 260).



Fig. 259. Collage.



Fig. 260. Hakuta Yoshuya, *Signs of spring*, 117 x 117 cm.

Técnica de goteado (véase fig. 261):

En esta técnica se utilizan pigmentos de diferentes tamaños de partículas y colores mediante los cuales se aplican gotas de pintura sobre la superficie de la obra, obteniendo una imagen repleta de colores. Suele ser aplicada para el fondo de las piezas pictóricas. Por ejemplo, la artista Chang Chen Wen a menudo utiliza esta técnica (véase fig. 262) aplicando el color de fondo, conservándolo deliberadamente y revelando vagamente los ricos colores de la capa inferior. También, a través de la diferencia en el tamaño de partículas y a la cantidad aplicada de estas, se puede conseguir una textura con altibajos.

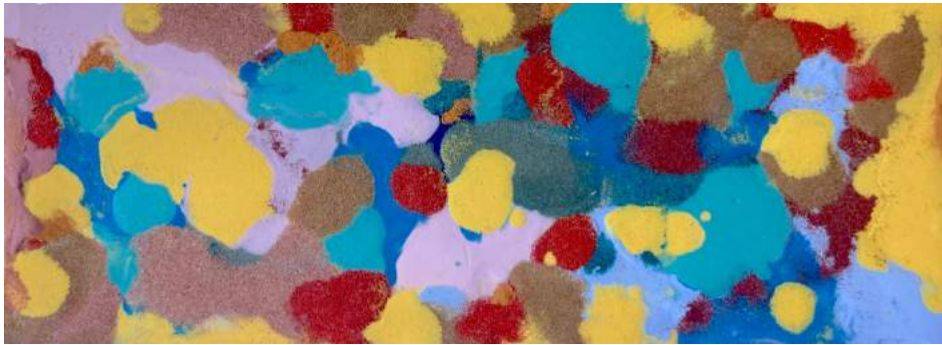


Fig. 261. Técnica del goteado.



Fig. 262. Chang Chen Wen, *Llama blanca*, 33.3 x 24.2 cm.

Técnica de flujo:

Mediante esta técnica, después de verter la pintura sobre el soporte, este se coloca verticalmente para que la pintura fluya hacia abajo, esto genera que los pigmentos de diferentes tamaños de partículas presenten una diversidad de efectos (véase fig. 263 y 264).

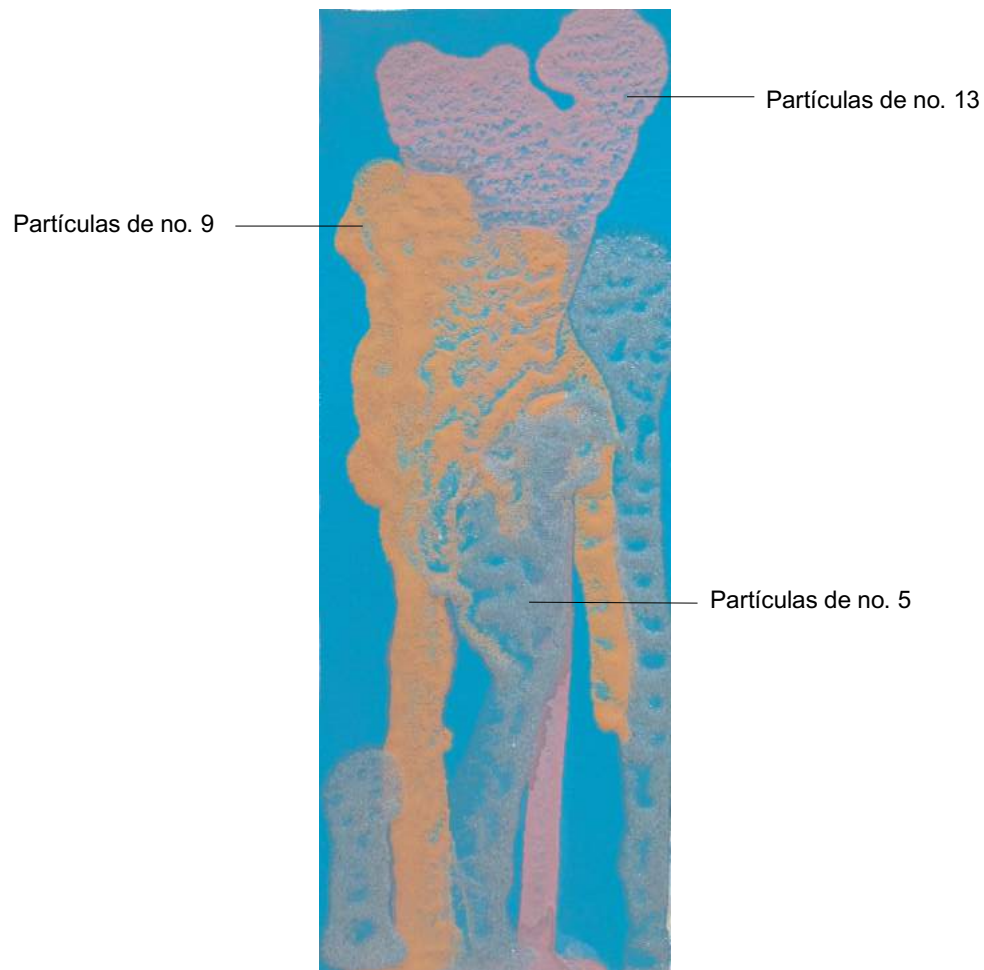


Fig. 263. Técnica de flujo.



Aplicación de la técnica de flujo con pigmentos de partículas finas.

Fig. 264. Chen Pei Yi, *La noche*, 27 x 35 cm.

Degradado de colores:

La forma tradicional de esta técnica se aplica recogiendo pintura mediante el pincel *saisiki fude* (en japonés, 彩色筆, véase fig. 187 en el capítulo 4.3.) para aplicarla de nuevo utilizando el pincel *kumadori fude* (en japonés, 隈取筆, véase fig. 188 en el capítulo 4.3.) con el que se difumina el color (véase fig. 265). Esta técnica se utiliza en la obra *Sobre vista y fue visto II*, empleando varios colores (véase fig. 266).



Fig. 265. Degradado de tinta.



Fig. 266. Yang Wan Ting, *Sobre vista y fue visto II*, 120 x 60 cm.

Coloración uniforme:

Los pigmentos de partículas gruesas y finas se aplican de forma uniforme y saturada sin irregularidades que requieran de habilidades cualificadas, como se muestra en la figura 245, aunque para su realización se necesita de múltiples capas de apilamiento (véase fig. 267).



Fig. 267. Yang Wan Ting, *Sobre vista y fue visto I*, 190 x 120 cm.

Fondo multicolor:

Se trata de una técnica extensiva de la técnica de goteado. Una técnica de estas cualidades requiere de la utilización de muchos pigmentos minerales lo cual eleva su precio. Para reducir su costo, se deriva a una solución de pigmentos *suihi* mezclados con un tamaño de partículas medianas de pigmento de calcita para crear un fondo de color rico.



Fig. 268. Técnica de fondo multicolor.

Raspado:

Se utiliza la espátula para raspar los colores en estado semi-seco y se mezclan sutilmente con el color inferior, dejando una textura única. También se puede mezclar dos o más colores juntos, con la espátula.



Fig. 269. Colores raspados.

Técnica de estarcido (véase fig. 270):

Normalmente, esta técnica se puede realizar utilizando un cepillo. Sin embargo, en nihonga, esta técnica se realiza a través de una herramienta tradicional llamada *kirifuki* (en japonés, 霧吹) (véase fig. 271).



Fig. 270. Técnica del estarcido.



Fig. 271. Kirifuki.

Mezcla de colores (véase fig. 272 y 273):

Para esta técnica se suele utilizar el *hira fude* (en japonés, 平筆) y *ebake* (en japonés, 絵刷毛) (véase fig. 190), pinceles planos mencionados en el capítulo 4.3., normalmente utilizados para mezclar los colores en las obras.



Fig. 272. Mezcla de colores.



Fig. 273. Akira Kugimachi, *Paisaje marino: orilla roja*, 53 x 41 cm.

Técnica del papel amasado (véase fig. 274 y 275):

Es una técnica tradicional nihonga, a través de la cual se aplica una capa de color o una capa multicolor sobre el papel *washi*. Posteriormente se prepara otra pintura más espesa y es aplicada sobre la primera capa. Cuando se seca el papel, se realiza un amasado.

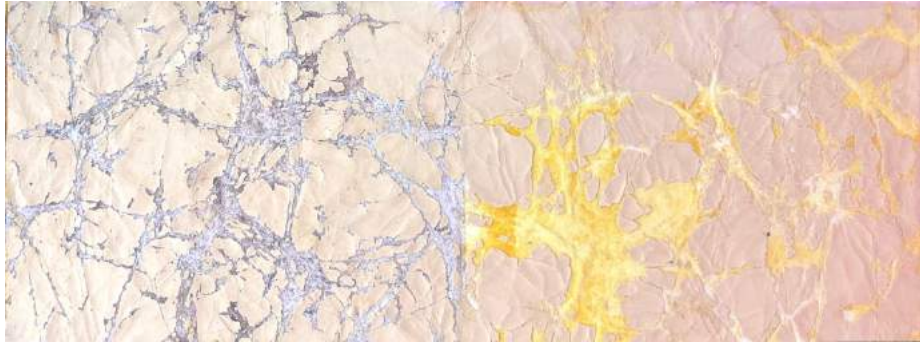


Fig. 274. Técnica del papel amasado.



Fig. 275. Hiroshi Senju, *At world's end*, 145,6 x 97 cm.

Técnica de lavado (véase fig. 276 y 277):

Esta técnica aprovecha el hecho de que el aglutinante animal se puede disolver agregando agua después de que esté seco. El color conseguido se lava con agua frotándolo con agua y pinceles para aumentar su variación, y crear así una atmósfera general en la obra.



Fig. 276. Técnica del lavado.



Fig. 277. Kao Yung Lung, *Sonido de la noche*, 62 x 70 cm.

Técnica de enmascarado con cinta (véase fig. 278):

Como en otros tipos de pintura, mediante esta técnica se puede reservar las partes del trabajo que deseamos conservar sin ser pintadas.

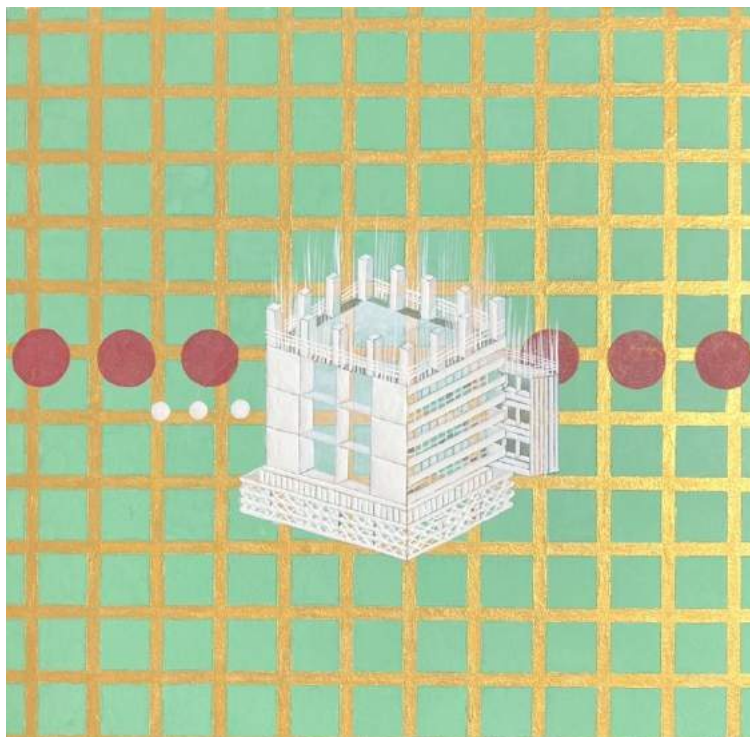


Fig. 278. Yang Wan Ting, *Ciudad geométrica*, 30 x 30.5 cm.

Kirikane (en japonés, 截金) (véase fig. 279, 280, 281 y 282):

Es una técnica antigua y tradicional en nihonga. El proceso consiste en calentar dos o más piezas de pan de oro para hacerlo más grueso, y cortarlo en pedazos pequeños (puede ser en forma cuadrada, en forma de rombo, etc., véase fig. 281) con la utilización del pincel *shikagawadai* (en japonés, 鹿皮台), mencionado en el capítulo 3.3.2.



Fig. 279. *Kirikane*.



Fig. 280. Cortando el pan de oro con la herramienta de bambú.



Fig. 281. Pan de oro cortado en cuadrados.

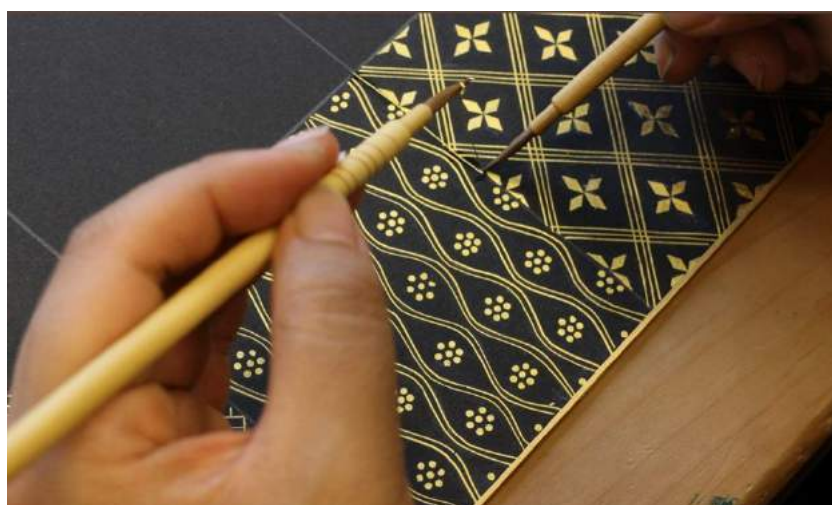


Fig. 282. Técnica *kirikane*.

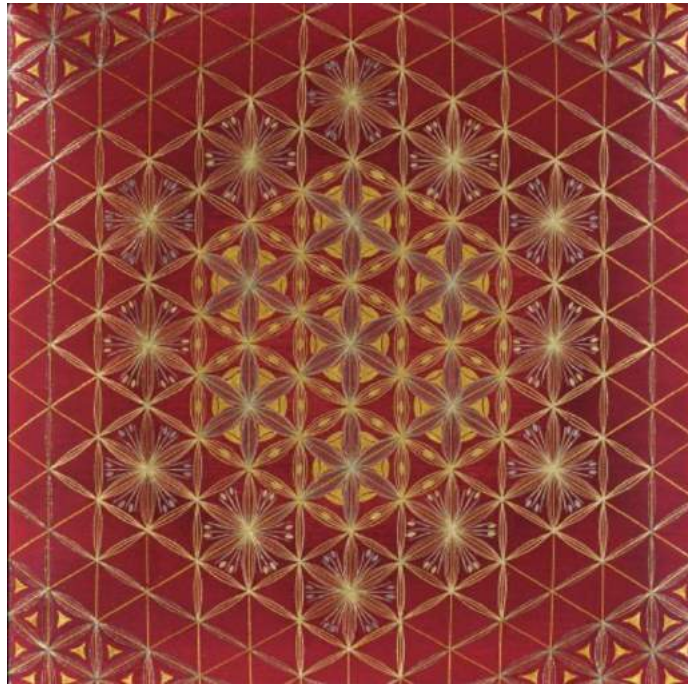


Fig. 283. Hidetoshi Namiko, *Oración de conexión de hierba de reloj*, 12.5 x 12.5 cm.

Técnica de dorado con láminas metálicas (véase fig. 285):

Se aplica una vez o dos veces una solución mezclada con aglutinante animal y *funori* (en japonés, ふのり), véase fig. 181 en el capítulo 4.2.) en la zona del soporte que deseamos dorar. Después de que se seque, se aplica otra capa del aglutinante, tras lo que se disponen las láminas metálicas (véase fig. 284).

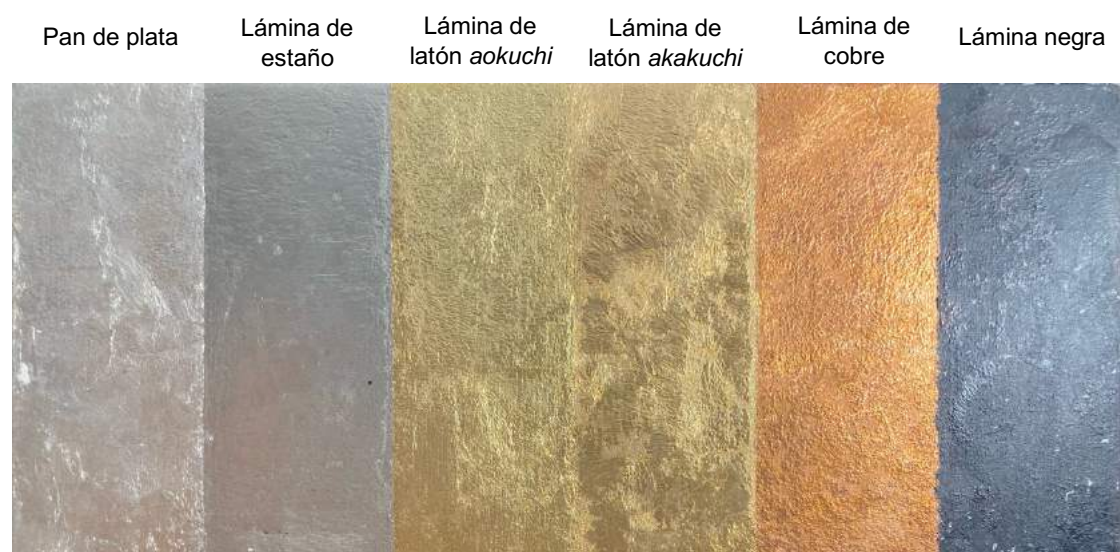


Fig. 284. Dorado con láminas metálicas.



Aplicación de una capa de pintura sobre el pan de oro.

Fig. 285. Yang Wan Ting, *Submarino*, 53 x 53.

Técnica de cambios químicos con láminas metálicas (véase fig. 286):

El color de la lámina se puede cambiar según las características del metal que la componga. Por ejemplo, la lámina de plata puede ser pintada con líquido de azufre o poniendo polvo de azufre encima. La obra más representativa de esta técnica es la obra *Flores de ciruela roja y blanca* de Ogata Kōrin (1658-1716) (véase fig. 287).⁴⁶⁴



Efecto con líquido de azufre.

Efecto con polvo de azufre.

Fig. 286. Efecto de pan de plata quemada con el azufre.

⁴⁶⁴ *Flores de ciruela roja y blanca* de Ogata Kōrin. [Consultado el 27-5-2022]. Disponible en: <https://www.moaart.or.jp/collections/053/>



Fig. 287. Ogata Kōrin, *Flores de ciruela roja y blanca*. “紅白梅図屏風”, cada uno 156 × 172.2 cm.

Técnica de impasto combinada con dorado (véase 288 y 289):

Después de aplicar la técnica de impasto, al resultado se le añade un tono dorado mediante la colocación de pan de oro por encima.



Fig. 288. Técnica de impasto combinada con dorado.



Fig. 289. Detalle de la obra *Carnada* (véase fig. 290).



Fig. 290. Chen Pei Yi, *Carnada*, 41 x 18.5 cm.

Técnica de lámina metálica rota (véase fig. 291 y 292):

Después de aplicar una lámina metálica sobre el soporte y con anterioridad al secado del aglutinante, se utiliza, por ejemplo, un trapo seco para golpear la lámina, haciendo que se desprendan distintas zonas de la lámina. También se suele utilizar una esponja, la cual se gira por encima de la lámina para romperla y revelar el color del fondo.



Fig. 291. Técnica de lámina metálica rota.



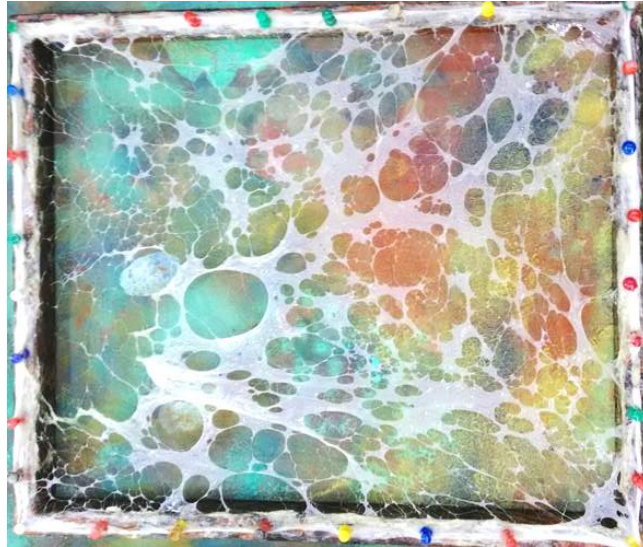
Fig. 292. Koji Matsumura, *Más y más*. “どんど”, 60.5 x 50 cm.

Además, en línea con esta técnica, el artista Koji Matsumura ha creado un modelo hecho de seda y de líquido de la astringencia del caqui (en japonés, 柿渋液⁴⁶⁵) (véase fig. 293). Para su utilización se deja secar la lámina para después arrancar el modelo.



Seda tensada en un bastidor.

⁴⁶⁵ Es un líquido obtenido triturando los frutos del caqui astringente y fermentando el líquido obtenido por prensado.



Aplicación del líquido de astringencia del caqui sobre la seda.

Fig. 293. Preparación del modelo.

De esta forma se genera una lámina repleta de formas redondas e irregulares (véase fig. 294).



Fig. 294. Koji Matsumura, *Peonía de primavera*. “春牡丹”, 53 x 45.5 cm.

Sunago-furi (en japonés, 砂子振り):

Es una técnica tradicional nihonga y se suele aplicar en el pan de oro. Para ello, se utiliza un tamiz (en japonés, 砂子筒, véase fig. 295) hecho de bambú sobre el que se rocía pan de oro. La cantidad de partículas de pan de oro que atraviesen el tamiz dependerá del tamaño de la malla utilizada (véase fig. 296 y 297).



Fig. 295. Tamices del pan de oro.

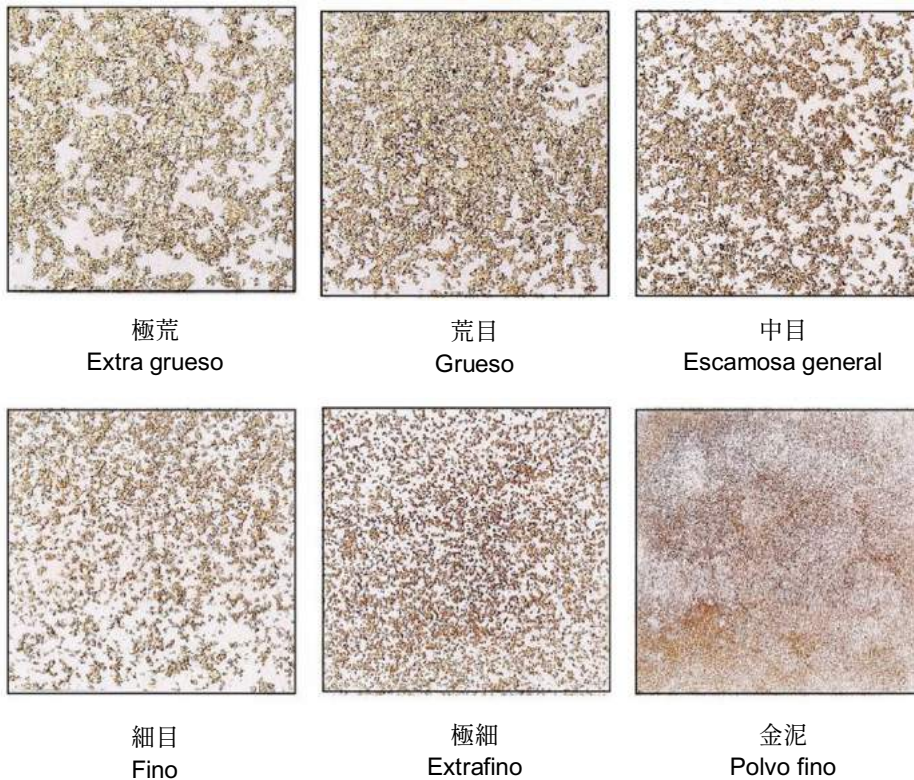


Fig. 296. Tamaños de malla.



Fig. 297. Koji Matsumura, *Canola*. “芥子花”, desconocido.

CONCLUSION.

En la presente tesis doctoral, los pigmentos minerales enfocados en el arte nihonga han cobrado el protagonismo. Desde la Antigüedad, tanto en Occidente como en Oriente estos pigmentos han sido ampliamente utilizados como materiales creativos y siguen siendo uno de los materiales de pintura más importantes en la práctica artística, consiguiendo mediante su utilización el desarrollo de una gran diversidad de obras pictóricas.

Nuestra investigación, realizada a través de una serie de estudios bibliográficos, tecnologías comparativas, ensayos de envejecimiento y desarrollo experimental, ha llevado a diversos resultados de los cuales se derivan las siguientes conclusiones:

Contexto histórico:

- La aplicación de pigmentos minerales alrededor del planeta tiene registros exactos, por ejemplo, el arte rupestre ubirr en Australia data aproximadamente del año 40000 a. C., las pinturas rupestres de las cuevas de Altamira en España se remontan a hace aproximadamente 14000 al igual que las pinturas encontradas en las cuevas de Lascaux, Francia. En Oriente, hay pinturas prehistóricas con una antigüedad de aproximadamente 10000 años en India, en otras regiones como China y Japón, también se han encontrado restos de arte repueste. Entre ellos, la cerámica antigua pintada ha sido la más conocida. Por otra parte, debido al desarrollo de la tecnología aplicada a los pigmentos, en Japón se ha conseguido desarrollar pigmentos artificiales como el *shin-iwa*.
- Los materiales de la Antigüedad utilizados para la creación artística presentan las siguientes características: eran fáciles de obtener, poseían un color saturado, se podían mezclar con adhesivos, eran de alta durabilidad, tenían una composición química relativamente estable, etc. Estas características también son adecuadas para los requerimientos de los pigmentos minerales de hoy en día.
- Asia, al igual que Europa, tiene una relación entre países vecinos debido a las relaciones geográficas, ya sea religión, negocios, cultura, arte, etc. Por lo que, el surgimiento de nihonga se basa en el desarrollo del arte chino, la cultura de Asia Central, el budismo, y además se sembró en Japón y se cultivó en Japón para formar una especie de pintura independiente.
- A lo largo de historia artística de China, desde los Guerreros de terracota, la

pintura policromada sobre seda, la primera pintura de paisaje, el paisaje de azul y verde de la dinastía Tang, hasta los murales de las cuevas de Dunhuang en constante crecimiento. Después de una serie de desarrollo artístico, los tonos minerales utilizados son cada vez más diversos, y un conjunto de procedimiento desarrollado para la producción de pigmentos minerales como se menciona en el libro *Discusión de la imagen del trabajo, materiales de pintura, y elaboración y reproducción* de Zhang Yan Yuan. Además, el método de uso es más sofisticado, como *dun de* (en mandarín, 墩色) y la técnica de pintar tres veces con una solución mezclada con aglutinante y alumbre de potasio sobre una superficie, y de cubrirla posteriormente con nueve capas de pintura, y todo estos han sido un componente fundamental importante para nihonga.

- Dos eventos importantes de Oriente aceleraron el desarrollo de nihonga y establecieron la dirección de nihonga a partir de siglo XIX. Uno es la Restauración Meiji abogó por la occidentalización total mediante la introducción de tecnologías, estilo de la cultura, el arte, etc., realizando la modernización del país. Por lo tanto, se ha desarrollado la técnica de clasificación de partículas de pigmentos minerales de nihonga. El otro es después del período de decadencia posterior a la Segunda Guerra Mundial, la recuperación económica de Japón impulsó el vigoroso desarrollo del nuevo movimiento de la pintura japonesa. Bajo la influencia de la serie de estos dos eventos, también se estableció formalmente el término “nihonga”.
- Debido a razones políticas, aparecieron nombres diferentes a nihonga: la pintura de colores intensos (en mandarín, 重彩) y la pintura mineral (en mandarín, 岩彩) de China y pintura de minerales y aglutinantes (en mandarín, 膠彩畫) de Taiwán. Sin embargo, por el desarrollo histórico, no se puede evitar la relación que estos estilos tienen con la pintura nihonga.

Materiales:

- Las características de los minerales tales como su dureza, escisión, densidad, etc., influyen en la fabricación de los pigmentos. A través del método de integración, los pigmentos minerales nihonga se dividen en dos categorías: pigmentos minerales naturales y pigmentos minerales artificiales y sintéticos.

Los primeros se subdividen en siete colores, y en su composición se incluyen minerales metálicos. En los segundos destacan el pigmento *shin-iwa* (en japonés, 新岩絵具), el pigmento *kyojyo* (en japonés, 京上絵具) y otros artificiales y sintéticos. Entre ellos, debido a que los minerales provienen de la naturaleza, habrá otras sustancias que afecten al proceso de formación pigmentaria. Por lo tanto, para la fabricación de los pigmentos, es necesario utilizar la elutriación hidráulica como método de eliminación de impurezas y para clasificar los tamaños de partículas. Sin embargo, la composición de los minerales artificiales se puede controlar, dado que tiene menos problemas de eliminación de impurezas.

- En los procedimientos recogidos por las fuentes literarias antiguas de Japón y China se concluye que ya tenían sistemas de separación de partículas según su tamaño, y el método japonés era relativamente parecido al utilizado en la producción pigmentaria de hoy en día.
- En el proceso de producción de pigmentos minerales de los fabricantes japoneses, taiwaneses y chinos, un método clave es el de elutriación hidráulica, ya que influye de manera significativa en la pureza del resultado final. Además, el proceso de eliminación de impurezas coincide con el concepto del procesamiento de minerales utilizado para la separación de partículas y para la extracción de sus elementos más puros. Todo esto se basa en los conceptos físicos y químicos básicos de los minerales.
- Con relación al tamaño de partículas de los pigmentos minerales, según los datos escritos por Max Doerner y los fabricantes Nakagawa Gofun Enogu, Kissho de Kioto y Chi Yuan Tang, los occidentales presentan un tamaño de 2 a 0.4 μm , concordantes con las partículas más pequeñas en la clasificación nihonga. Por otro lado, los pigmentos minerales de la serie MP de Kremer son aún más gruesos que los nihonga.
- El pan de oro utilizado en nihonga es 1.11 veces más fino que el occidental. Además, en dicha pintura japonesa se han desarrollado otros tipos de lámina metálica a través de procesamientos químicos por medio de azufre de plata, obteniendo una variedad de láminas tale como: perla azul, perla roja, de oro plateado y negra. También se suele colorear las láminas de plata para producir dos nuevos tipos denominados, por un lado, plata coloreada (en japonés, 新光箔) y por otro, lámina de mármol veteado (en japonés, 銀彩マーブル).

- Soportes como el papel y la seda tienen un sistema individual y especial para ser utilizados en la técnica nihonga. Los materiales que componen el papel suelen tener fibras largas que provienen principalmente de la morera del papel (kozo), de la *diplomorpha sikokiana* (gampi), del cáñamo y de la *edgeworthia papyrifera* (mitsumata), todos resistentes al empleo de pigmentos minerales multicapa.
- Los aglutinantes utilizados en nihonga básicamente están hechos con piel, tendones y huesos de vacuno. Además, esta pintura tiene un aglutinante especial para ser utilizado exclusivamente en la técnica de dorado. Por otra parte, los pinceles se fabrican acorde al tratamiento del tamaño de las distintas partículas de los pigmentos minerales. Sin embargo, todos estos materiales también se pueden aplicar en otros tipos de pintura.

Ensayos:

- La superficie de las muestras utilizadas en la presente investigación no ha presentado un deterioro significativo después de ser sometidas a 168 horas de radiación UV. Entre los resultados de tales ensayos se extrae que, la solidez de presentada ante la radiación UV, la de los pigmentos minerales naturales y del pigmento *shin-iwa* es la mejor, la seguida por la solidez del pigmento de malaquita de la fábrica Zecchi, y la más débil ha sido la aportada por el pigmento *suihi*.
- Los resultados encontrados en el análisis del ensayo 1 de envejecimiento por humedad y temperatura constante muestran que, las capas superiores e inferiores de los pigmentos orientales y occidentales están cubiertas entre sí (grupo b y c), ya sea por el aglutinante *sanzenbon nikawa* o por la cola de conejo, tienen un deterioro evidente (grietas). Entre ellos, el *sanzenbon nikawa* mezclado con el pigmento tierra verde (representante de pigmento occidental), antes de realizar la prueba de envejecimiento ha tenido un ennegrecimiento evidente. Estos deterioros pueden ser causados por una concentración y la excesiva del aglutinante causando su contracción. Para permitir que los pigmentos y aglutinantes orientales y occidentales se apliquen entre sí, se debe ajustar el nivel de concentración de los aglutinantes. Por otro lado, cuando se utilicen pigmentos occidentales extrafinos, es necesario aplicar cuidadosamente capa por capa, asimismo, se puede utilizar el aglutinante *nanjin shika nikawa* mencionado en el capítulo 4, ya que contiene un humectante para reducir la tensión durante el secado de la mezcla.

- En el ensayo 2, a través de la prueba de adhesión sometida a envejecimiento por humedad y temperatura se concluye que, tal adherencia era más débil al utilizar *sanzenbon nikawa*. El aparejo absorbente de yeso presentaba el deterioro más evidente siendo así el menos adecuado para ser utilizado en ambientes húmedos y calurosos. Además, dado que en Occidente es poco común el uso del papel washi, ampliamente utilizado en nihonga, para poder aplicar técnicas de esta pintura sobre materiales occidentales se puede utilizar el papel libre de ácido como material base, aunque se requiere más pruebas de conservación que confirmen su eficacia.
- En la prueba de variación cromática mediante medios distintos, cuando la diferencia entre los índices de refracción del pigmento y el aglutinante se aproximan, la dispersión de la luz sobre la superficie de la obra es menor. Asimismo, bajo una misma condición, es decir, mediante el mismo tamaño de partículas y pigmentos el fenómeno de absorción aumenta, provocando una escala de luminosidad más baja. Ambos efectos pueden ser atribuidos al índice de refracción de los medios (aglutinantes animales, temple de huevo, aceite de linaza y goma arábica).
- Comparando la fabricación de pigmentos por parte de distintas empresas, se puede concluir que, el resultado final de cada pigmento se diferenciará debido al origen del mineral, así como a las impurezas de este y a los procedimientos utilizados para su producción. Además, aunque el nombre de los pigmentos sea similar, estos pueden diferir en su composición mineral o pueden estar hechos mediante diferentes materiales (es el caso del pigmento *shin-iwa*). Por otra parte, debido al método de clasificación utilizado durante la producción pigmentaria, el tamaño de las partículas se diferenciará según el fabricante. Por lo tanto, antes de aplicar los pigmentos minerales nihonga es necesario tener una comprensión clara de sus características, así como conocer la concentración adecuada de solución de aglutinantes animales para conseguir una óptima conservación de la obra.
- Los pigmentos occidentales probados en esta investigación (de las empresas Kremer y Zecchi) presentan tamaños diferentes de partículas. Cuando estos son mezclados con aglutinante *sanzenbon nikawa*, las partículas pequeñas que los componen flotan en su superficie, mostrando un color verde, casi blanco.

Técnica pictórica:

- Comparando entre las partículas gruesas y finas de los pigmentos utilizados en el presente estudio, se puede observar que las primeras presentan mayor dificultad en la obtención de un color saturado con una sola aplicación de pintura, se requiere, por lo menos, tres capas de pintura para conseguir una coloración saturada. Además, dichas partículas presentan colores de un tono más saturados y brillantes que las partículas finas, las cuales contienen tonos con una mayor claridad. Por otra parte, mediante la superposición de colores y de la combinación de pigmentos con diferentes tamaños de partículas, se puede crear una mayor diversidad tonal en las obras.
- Cuando se mezclan dos pigmentos con más de 2 grados de diferencia en el tamaño de sus partículas, el color obtenido será desigual y turbio. De esta forma, no se consigue mostrar las características de ambos pigmentos.
- Los pigmentos minerales naturales tienen un lustre natural que les confiere un color distintivo. Al contrario, los pigmentos *shin-iwa* tienen una textura acristalada y presentan un brillo uniforme. Para mejorar esta deficiencia del pigmento *shin-iwa* se puede mezclar con pigmentos minerales naturales, consiguiendo un lustre más cercano al natural.
- Los pigmentos minerales se pueden aplicar sobre soportes no convencionales como metales u hojas de vidrio, aunque se requiere más pruebas para garantizar una óptima capacidad de conservación.
- En general, aunque las técnicas nihonga sean representativas de esta pintura, estas también pueden ser aplicadas a otros tipos de pintura a través de herramientas distintas.

En los pigmentos minerales utilizados en la técnica nihonga se actualiza constantemente su tecnología de fabricación y, al mismo tiempo, debido a los altos precios de las materias primas con las que están fabricados, es común que se encuentren dificultades en las operaciones comerciales relacionadas con estos. Es por ello por lo que algunos fabricantes están buscando otras formas de sobrevivir y conservar las valiosas técnicas de producción de dichos pigmentos. Entre ellos, el ejemplo más famoso y exitoso es el del fabricante Ueba Esou, fundado en Kioto en el año 1751. Recientemente, este fabricante ha utilizado el pigmento gofun como material base para desarrollar un esmalte de uñas ecológico, estableciendo con éxito

una nueva imagen de marca. Por lo tanto, transmitiendo y conservando la artesanía de la producción japonesa en los pigmentos nihonga.

Además, C-Brain, una marca de la región de Kanazawa, el principal lugar de producción de pan de oro de Japón, ha diseñado una serie de relojes denominada *hana mokko* (en japonés, はなもっこ), en la que se combinan la pintura tradicional japonesa nihonga, pigmentos minerales y pan de oro, utilizando técnicas modernas a través de años de tecnología relojera acumulada. La superficie del reloj está hecha con papel *tosa tengujo* (japonés, 土佐典具帖紙), el papel *washi* más delgado existente, el cual es pintado con pigmentos minerales a través de los cuales se crean texturas con el tamaño de sus partículas, y finalmente, se utiliza el pan de oro con un grosor considerable para elaborar los marcadores del reloj, las cuales se pegan cuidadosamente con un pincel especial. En definitiva, estas innovaciones se han convertido en un producto que combina tradición y artesanía modernas, haciendo que la técnica nihonga florezca nuevamente con el deslumbrante brillo que la caracteriza.

En el libro *Materiales, procedimientos y técnicas pictóricas I*, el profesor Dr. Manuel Huertas Torrejón menciona:

“Casi se podría afirmar que en el proceso puramente técnico desaparece todo indicio de subjetividad, ya que se pasa a emplear una metodología eminentemente objetiva, siendo las leyes específicas de los materiales empleados las que marcan las pautas a seguir”⁴⁶⁶.

Desde el punto de vista del material, es necesario seguir el método de uso establecido y conceptos principales, de lo contrario, la obra tendría problemas de conservación en el futuro. La aplicación de materiales no se limita a amplitud geográfica tratada en el presente estudio. Todas las pruebas experimentales y las técnicas abren nuevos caminos a la creación artística, cumpliendo los objetivos planteados en esta investigación.

El arte es un producto social, utilizado para reflejar el estado de una sociedad. Por las diferencias en el entorno, en la cultura y en los orígenes, los artistas formarán diferentes estilos, y crearán obras completamente diferentes. También, debido a los cambios en los tiempos, la comunicación entre culturas se ha vuelto más estrecha, requiriendo una mayor cantidad de materiales distintos para estar conectadas.

⁴⁶⁶ HUERTAS TORREJÓN, Manuel, *Materiales, procedimientos y técnicas pictóricas I*. Akal S.A., Madrid, 2010, p. 11.

La presente investigación ha permitido ampliar el conocimiento sobre la técnica nihonga, a través de una extensa consulta teórica, la cual ha llevado a la traducción al castellano de ciertas referencias bibliográficas, necesarias para otorgar al lector una mejor comprensión de esta respetable pintura. A la vez, una contribución importante para dicho menester ha sido la comparación de esta técnica pictórica con otras distintas originarias de regiones de Occidente. Sin embargo, no dudamos de la existencia de nuevos rumbos de investigación sobre la diferenciación y similitudes entre ambas, así como del estudio de su combinación. Aunque el presente trabajo ofrece una amplia mirada sobre las características que diferencian y unen a la pintura occidental con la nihonga, queda abierta la vía para que futuras investigaciones aporten nuevos hallazgos sobre esta materia.

BIBLIOGRAFÍA.

Libros.

AMORÓS, José E. Crespo, et al., *Cuadernos de investigación en la Ingeniería. vol. I 2016: Avances en el área de materiales y sus procesos. vol. 7, 3Ciencias*, Alicante, 2016.

AGUIRRE RIVERA, J. Rogelio. *Memoria: VIII congreso nacional y VI internacional sobre el conocimiento y aprovechamiento del nopal. En Congreso Nacional sobre el Conocimiento y Aprovechamiento del Nopal*. Instituto de Investigación de Zonas Desérticas UASLP, San Luis, 1999.

AOKI, Shigeru, *Materiales históricos de la pintura japonesa Meiji. 明治日本画史料*. Chuo Koron Bijutsu Shuppan Publisher, Tokio, 1991.

BAI, Shou Yi, *La enciclopedia de la historia china. 中國歷史百科全書*. Shanghai People's Press, Shanghai, 1989.

BALL, Philip, *Bright earth: art and the invention of color*. University of Chicago Press, Chicago, 2003.

BARQUÍN, Julián; GIL, Julián Barquín. *Energía: técnica, economía y sociedad*. Universidad Pontificia Comillas, Madrid, 2004.

BIRX, Harry James, *Encyclopedia of Anthropology. vol.1*, Sage Publications, California, 2005.

BRUHN, Jutta-Annette y PAGE, Jutta-Annette, *Coins and costume in late antiquity*. Dumbarton Oaks Research Library and Collection, Washington, 1993.

CAO, Zhe Zhi, *Colecciones nacionales. 國寶大典*. Wen-Hui Press, Shanghai, 1996.

CASAS, Narciso. *Historia y análisis de los personajes en el cómic*. Bubok, Madrid, 2015.

CENNINI, Cennino, *El libro del arte*. Cap. LXII. Ediciones Akal, Madrid, 1988.

CENG, Xiao Dong y AN, Yu Ying, *Medición y detección óptica. 光學感測與測量*. Wu-Nan Book, Taipéi, 2004.

CHALINE, Eric, *50 minerales que cambiaron la historia. 改變歷史的 50 種礦物*. Trad, Gao, Ping, Cube Press, Taipéi.

CHANG, Ren Xia, *Impresión de Japón: mi historial de estudios en Japón antes de la guerra*. 東瀛印象：我的戰前日本留學記. Hong Kong Open Page Publishing, Hong Kong, 2021.

CHANG, Ren Xia, *Obras completas de Chang Ren Xia III*. 常任俠文集第三卷. Anhui Education Publishing House, Hefei, 2007.

CHEN, Ming Bo, *Búsqueda de los pasos de El cuento de Genji en Japón*. 我在日本尋訪源氏物語的足跡. Harvest Publishing, Taipéi, 2011.

CHEN, Shu Hua, *Ciencia de los materiales de pintura al óleo*. 油畫材料學. Hungyeh Culture, Taipéi, 2006.

CHEN, Yun He, *Arte chino en dinastías pasadas: Serie de pintura (parte 1)*. 中國歷代藝術：繪畫編(上). People's Fine Arts Publishing House, Pekín, 1994.

CHEN, Zhao Fu, *Historia del descubrimiento de las pinturas rupestres chinas*. 中國岩畫發現史. Shanghai People's Press, Shanghai, 1991.

Comité de compilación de la historia de la ciudad Dunhuang, *Historia de la ciudad Dunhuang*. 敦煌市志. Xinhua Publishing House, Dunhuang, 1994.

CUI, Fu Zhai y FENG, Qing Ling, *Biomateriales*. 生物材料學. Tsinghua University Press, Pekín, 1996.

DAI, Yi y GONG, Shu Duo, *Historia general de China*. 中國通史. Association of Chinese Historians, Pekín, 2006.

LAGUNA, Andrés de, et al., *Pedacio Dioscórides Anazarbeo, Acerca de la materia medicinal y de los venenos mortíferos*. Traduzido de lengua griega, en la vulgar castellana, & ilustrado con claras y substanciales annotations, y con las figuras de innumerables plantas exquisitas y raras, por el doctor Andrés de Laguna, Consejería de Agricultura y Cooperación de la Comunidad, Secretaría General Técnica, Madrid, 1991.

DOERNER, Max, *Los materiales de pintura y su empleo en el arte*. Reverté, Barcelona, 2001.

DYAR, Melinda Darby; GUNTER, Mickey E. y TASA, Dennis. *Mineralogy and optical mineralogy*. Mineralogical Society of America, Virginia, 2008.

EASTAUGH, Nicholas, et al., *Pigment compendium: a dictionary of historical pigments*. Taylor & Francis, London, 2004.

Fabricante Kiya, *Materiales de Nihonga*. 日本画の材料. Fabricante Kiya, Tokio, 1995.

- FAN, Cheng, Libro de tasación de diamantes. 鑽石鑑定全書. Snooker Publication, Taipéi, 2014.
- FANG, Xiang, Sobre la pintura de figuras chinas. 論中國人物畫. Li Ming Cultural Enterprise, Taipéi, 1977.
- FARTHING, Stephen, *Arte: toda la historia*. Blume, Barcelona, 2010.
- FENG, Jia Ping, *Geografía china*. 中國地理. Pekín Normal University Publishing House, Pekín, 1988.
- FENG, Xiu Wen, *Relaciones entre China y México: Historia y Realidad*. 中墨關係: 歷史與現實. Social Sciences Academic Press, Pekín, 2007.
- FIELD, George. *Field's Chromatography or Treatise on Colours and Pigments as Used by Artists*. Thomas W. Salter, London, 2007.
- FORBES, Robert James, *Studies in ancient technology*. vol. 3, Brill Archive, Leiden, 1957.
- FUJISIMA, Hirofumi, *Japonés Midenko*. 日本人的美伝子. Instituto PHP, Tokio, 2013.
- FUKUDA, Kunio, *Colores japoneses tradicionales: un pequeño diccionario de colores*. 日本の伝統色: 色の小辞典. Yomiuri Shimbun, Tokio, 1987.
- GAI, Shan Lin, *Pergamino de la historia sobre las rocas: pinturas rupestres chinas*. 岩石上的歷史圖卷: 中國岩畫. The comercial press, Hong Kong, 1997.
- GALEANO, Eduardo, *Espejos/Mirrors: Una historia casi universal/Stories of Almost Everyone*. Siglo XXI, Madrid, 2009.
- GARCÍA, Luis Pericot, *Historia de España, gran historia general de los pueblos hispanos*, vol. 1. Instituto Gallach de Librería y Ediciones, Barcelona, 1958.
- GAO, Yuan y YIN, Cha, *China en el museo: escuchando los secretos de la Tierra*. 博物館裡的中國: 傾聽地球秘密. Joint Publishing HK, Hong Kong, 2018.
- GIANNINI, Cristina y ROANI, Roberta. *Diccionario de restauración y diagnóstico*. Editorial Nerea, Madrid, 2008.
- GREEN, Stewart M., *Rock Art: The Meanings and Myths Behind Ancient Ruins in the Southwest and Beyond*. Rowman & Littlefield Publishing Group, Lanham, 2018.
- GUO, Bin, *Identificación de jade chino antiguo*. 中國古代玉器鑑定實例. Prensa de la Ciudad Prohibida, Pekín, 2009.

- HAKOZAKI, Mutsumasa, *Materiales y técnicas de Nihonga*. Trad. LIAO, Rui Fen, Artist Publishing, Taipéi, 2002.
- HAN, Mo Mo, *Colección Mundial de Aguas Termales*. 世界溫泉集錦. Editorial Songbo, Taipéi, 2015.
- HARADA, Toshito, *Maquillaje y joyas antiguas*. 古代人の化粧と装身具. Tosui Shobo Publishers, Kioto, 1987.
- HAYASHI, Isao, *Técnicas y materiales de la pintura de minerales y aglutinantes*. 膠彩畫材料與技法. Trad. LIAO, Rui Fen, Artist Publishing, Taipéi, 2002.
- HE, Zi Le, *Química enigmática I*. 謎樣的化學, 第1卷. Wu-Nan Book, Taipéi, 2005.
- HUANG, Da Shou, *Historia general de China I*. 中國通史上卷. Wu-Nan Book, Taipéi, 1989.
- HUANG, Pei Jie, *Investigación sobre las pinturas de figuras chinas*. 工筆人物畫研究. Gansu people's Publishing House, Lanzhou, 2003.
- HUANG, Ren Da, *Los colores de China*. 中國顏色. Linking Publishing, Nueva Taipéi, 2011.
- HUANG, Yong, Fei, *Una breve historia de artesanía de China*. 中國工藝美術簡史. Song-Ye Publishing, Taipéi, 2019.
- HUANG, Zun Xian, *História de Japón*. 日本國志. Wen Hai Press Company, Taipéi, 1898.
- HUERTAS TORREJÓN, Manuel, *Materiales, procedimientos y técnicas pictóricas I*. Akal S.A., Madrid, 2010.
- HUERTAS TORREJÓN, Manuel, *Materiales, procedimientos y técnicas pictóricas II*. Akal S.A., Madrid, 2010.
- HUO, Yan Ru, *Discusión del emperador Yan y la nacionalidad Han*. 炎帝與漢民族論集. San-Qui Press, Shaanxi, 2003.
- IIDA, Koichi, *Enciclopedia de gemas naturales*. 天然寶石百科. Trad. HE, Pei Yi, Taiwán Editorial Tohan, Taipéi, 2012.
- Instituto de Tecnología del Noreste, *Conocimiento de procesamiento de minerales*. 選礦知識. Metallurgical Industry Press, Pekín, 1974.

- ISHIODORI, Koichi y TAKAGI Saburo, *Técnica de expresión de Nihonga: Persiguiendo la posibilidad en Nihonga. 日本画の表現技法—日本画におけるマチエールの可能性を追求*. Bijutsu Shuppan sha, Tokio, 1981
- JAVID, Ali y TABASSUM, Javeed, *World Heritage Monuments and related edifices in India*. Algora Publishing, Nueva York, 2008.
- JIANG, Xuan Yi, *Historia de los materiales de pintura china. 中國繪畫材料史*. Shanghai Bookstore Publishing House, Shanghai, 1986.
- JOHANSON, Donald E., et al., *From Lucy to language*. Simon and Schuster, Nueva York, 1996.
- KAWAKITA, Michiaki, *Modern currents in Japanese art*. Heibonsha Publishers, Tokio, 1967.
- KITAZAWA, Noriaki, *Historia del arte límite: una nota sobre la historia de la formación del "arte". 境界の美術史—「美術」形成史ノート*. Buryukke Publisher, Tokio, 2000.
- KLEIN, Cornelis y CORNELIUS Jr, S., *Manual de mineralogía: vol. 2*. Editorial Reverte, Barcelona, 2018.
- KURITA Yasuyuki, *Relaciones interpersonales japonesas. 日本人の人間関係*. Domesu Publishers, Tokio, 1987.
- LI, Gu Cheng, *Japón: el mito de la isla del sol oriental. 日本: 東方太陽島的神話*. City University of Hong Kong Press, Hong Kong, 2004.
- LI, Guo Hao, *Exploración de la historia de la ciencia y la tecnología en China. 中國科技史探索*. Cung Hwa Book, Hong Kong, 1986.
- LI, Jie, *Yingzao Fashi. 營造法式*. vol. 14, The Commercial Press, Taipéi, 2008.
- LI, Kan, *Zhupu. 竹譜*. The Commercial Press, Taipéi, 1975.
- LI, Mu Nan, et al., *El invento más tecnológico. 技術發明之最*. Liaohai Publishing House, Shenyang, 2010.
- LI, Wen Jie, *Proceso de fabricación de cerámica. 陶製品製造工藝*. Arqueología, vol. 382-387, China Science Publishing, Pekín, 1999.
- LI, Yong Guang, *Colección de tendencias: una lectura obligada para los jugadores de jade de Hetian. 潮流收藏：和田玉玩家實戰必讀*. Prensa de ciencia y tecnología de Jiangxi, Nanchang, 2014.

- LI, Ze Hou y LIU, Gang Ji, *Historia de la estética china II. 中國美學史第二卷*. Editorial Gufeng, Taipéi, 1987.
- LI, Zui Xiong, *Protección de los murales y esculturas de las Cuevas de la Ruta de la Seda. 絲綢之路石窟壁畫彩塑保護*. China Science Publishing, Pekín, 2005.
- LIN, Fan Wu y WEN, Xiao Liang, *Lengua y literatura japonesas y estudios culturales. 日本語言文學與文化研究*. Xinhua Publishing House, Pekín, 2015.
- LIN, Tian Ren, *Un estudio sobre la cultura regional de la dinastía pre-Qin. 先秦三晉區域文化研究*. Nan Book, Taipéi, 2003.
- LIN, Ting Ting, et al., *Antología de escritoras chinas en el mundo. 芳草萋萋：世界華文女作家選集*. Huacheng Press, Guangzhou, 2012.
- LIN, Shao Xiong, *El encanto permanente de la cultura estética humana: la influencia de la cultura de la cerámica pintada en la civilización china. 人類審美文化的永久魅力：彩陶文化對華夏文明的影響初探*. vol. 6, Estudios de Literatura y Arte, Academia de Artes de China, Pekín, 2001.
- LIN, Zhi Man y XIAO, Feng, *Arte primitivo salvaje y áspero. 狂放粗獷的原始藝術*. Liaohai Publishing House, Liaoning, 2008.
- LIU, Si Liang, *Psicología del arte: arte y creación. 藝術心理學：藝術與創造*. Artist Publishing, Taipéi, 1992.
- LLINARES, Nina, *Cristales de sanación: Guía de minerales, piedras y cristales de sanación*. Editorial Edaf, Madrid, 2004.
- LU, Di Min y WANG, Da Ye, *Metalurgia china antigua y reliquias culturales del metal. 中國古代冶金與金屬文物*. Shaanxi Science and Technology Press, Xi'an, 1998.
- LU, Jia Xi, et al., *Crónicas generales de la cultura china: Capítulo 7. Ciencia y tecnología. 中國古代科學史綱*. Hebei Science & Technology Press, Shijiazhuang, 1998.
- LU, Shi Xian y WANG, Yong Cheng, *Análisis e Interpretación de libros antiguos II. 文字析義注下冊*. Taiwán Commercial Press, Taipéi, 2015.
- LUO, Shao Yong, et al., *Guía de identificación visual y experimentos de cristalografía y mineralogía. 結晶學與礦物學實驗及肉眼鑑定指導書*. Yunnan University Press, Kunming, 2012.
- LUTGENS, Frederick K., et al., *Geociencia Conceptual 1: Geología y Paisaje. 觀念地球科學 1: 地質·地景*. Commonwealth Publishing, Taipéi, 2018.

- MATHPAL, Yashodhar, *Prehistoric Painting of Bhimbetka*. Abhinav Publications, Ajmer, 1984.
- MIYAMOTO, Tsuneichi, *Historia industrial III. 産業史三篇*. Mirai-sha Publishers, Tokio, 1976.
- MOUNTFORD, Charles Percy, *The Tiwi: their art, myth, and ceremony*, Phoenix House in association with Georgian House, London, 1958.
- Museo de Historia de Shaanxi. *Actas del simposio académico internacional sobre murales de Tumbas de la dinastía Tang. 唐代墓葬壁畫國際學術研討會論文集*. Editorial Sanqin, Shaanxi, 2006.
- NIU, Fu Shen, et al., *Conocimiento de procesamiento de minerales 600 preguntas. 知識選礦 600 問*. Metallurgical Industry Press, Pekín, 2008.
- OGAWA Koji, *Secretos de los materiales y técnicas de Nihonga: aprenda de los pintores de la escuela Kano a los pintores contemporáneos. 日本画画材と技法の秘伝集: 狩野派絵師から現代画家までに学ぶ*. Nichibou Publication, Tokio, 2016.
- OROQUIETA, Javier DeFelipe, *El Jardín de la Neurología: Sobre lo bello, el arte y el cerebro*. Boletín Oficial del Estado, Madrid, 2014.
- OSTROUMOV, Mikhail, *Espectrometría infrarroja de reflexión en mineralogía avanzada, gemología y arqueometría*. Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de México, 2007.
- PALET, Antoni y I CASAS, Antoni Palet. *Tratado de pintura. Color, pigmentos y ensayo*. Edicions Universitat Barcelona, Barcelona, 2002.
- PAN, De Xi, *Los cuatro tesoros del estudio: la cultura de materiales de escribir y pintar de china. 文房四寶: 中國書具文化*. Shanghai Classics Publishing House, Shanghai, 1991.
- PAN, Guo Liang, *Teoría general de la ingeniería geológica (tercera edición). 工程地質通論 (第三版)*. Wu-Nan Book, Taipéi, 2019.
- PAN, Ji Xing, *Notas de Tiangong Kaiwu. 天工開物註釋*. Shanghai Ancient Books Publishing House, Shanghai, 1992.
- PASTOUREAU, Michel, *Green: The history of a color*. Princeton University Press, Princeton, 2014.
- PELLANT, Chris; PELLANT, Helen y TAYLOR, Harry. *Rocks and minerals. 世界岩石與礦物圖鑑*. Trad. ZHU, Jing Jiang, Owl Publishing House, Taipéi, 2008.

POST, Jeffrey E., *Nature Guide Rocks and Minerals: The World in Your Hands*. Dorling Kindersley, London, 2012.

QIAN, Jian Hua, *Introducción a la pintura y caligrafía china*. 中國書畫概論. Editorial de libros antiguos de Jiangsu, Nanjing, 1988.

QIU, Lin Ting, *Historia del arte de Taiwán*. 臺灣美術史. Wu-Nan Book, Taipéi, 2015.

QIU, Zhu Xian, *Aluminio en la tierra: el mensajero de la tecnología en alza*. 泥土中的鋁: 科技騰飛的使者. Tsinghua University Press, Pekín, 2000.

RASMUSSEN, David Tab, et al., *The origin and evolution of humans and humanness*. Jones & Bartlett Learning, Burlington, 1993.

RUIZ, Beatriz Fernández. *De Rabelais a Dalí: la imagen grotesca del cuerpo*. Universidad de Valencia, Valencia, 2004.

SACHIO, Yoshioka, *Color japonés*. 日本の色辭典. Shikosha, Kioto, 2000.

SATOSHI, Matsubara, *Minerales y gemas*. 礦物寶石大圖鑑. Trad. ZHANG, Si Wei, China Coal Industry Publishing House, Pekín, 2018.

SEVDERMISH, Menahem y Li, Cheng Lun, *Piedras preciosas*. 寶石大全. China Times Publishing, Taipéi, 2017.

SCHLEGEL, Dorothy McKenney, *Gemstones of the United States*. Edition 1042, U.S. Government Publishing Office's, Washington, 1957.

SHANG, Zhi Jun, *Notas de corrección de Shennong Ben Cao Jing*. 神農本草經校注. Xueyuan Prensa, Pekín, 2008.

SHENG, Da Shi, *Notas de viaje por las montañas y los ríos*. 溪山臥遊錄. Biblioteca de Universidad de Pekín, Pekín, 1963.

SHEN, Ming Jie, *Un estudio comparativo del arte pictórico de los cuatro monjes en la dinastía Qing*. 清初四僧繪畫藝術比較研究. China Textile & Apparel Press, Pekín, 2019.

SONG, Chun Qing y ZHANG, Zhen Chun, *Fundamentos geológicos*. 地質學基礎. People's Education Press, Pekín.

SONG, Ying Xing, *La explotación de las obras de la naturaleza*. 天工開物. Wu-Nan Book, Taipéi, 2004.

STEAD, Iam M. y STEAD, Miriam. *La vida en el antiguo Egipto*. Ediciones AKAL, Madrid, 1998.

- SULLIVAN, Michael, *Historia del arte chino. 中國藝術史*. SMC Publishing, Taipéi, 2017.
- SULLIVAN, Michael, *Intercambio de arte oriental y occidental. 東西方美術的交流*. Jiangsu Fine Arts Publishing House, Nanjing, 1998.
- SUN, Jin Ji y SUN Hai, *Integración arqueológica china: dinastías Wei y Jin a las dinastías Sui y Tang. 中國考古集成: 魏晉至隋唐*. Zhongzhou Ancient Books Publishing House, Zhengzhou, 2002.
- TANABE, Saburōsuke, et al., *Enciclopedia de historias del arte japonés. 日本美術史事典*. Heibonsha Publisher, Tokio, 1987.
- TAKETA, Hengtai, *Historia nacional del emperador. 天皇の国史*. Instituto PHP, Tokio, 2020.
- TANG, Hui Min, *Así los expertos como compran las gemas. 行家這樣買寶石*. Readingtimes Press, Taipéi, 2014.
- TETSUSAI, Hirase y HASEGAWA Mitsunobu, *Nippon sankai meibutsu zue II. 日本山海名物図会上冊*. Shioya Uhē, Osaka, 1797.
- TSAI, Yi Fang y LIAO, Jian Qin, *Jinghua Yanyun: Círculo de pintura del norte en los primeros años de la República de China. 京華煙雲: 民國初年北方畫壇*. Xizhitang Publishing, Taipéi, 2002.
- TOSA, Mitsuoki, *Honchou gahou taiden. 本朝画法大伝*. Mitsutome-ya Genbee, Osaka, 1690.
- Universidad de las Artes de Tokio, Escuela de Graduados en Preservación de Bienes Culturales, Laboratorio de Pintura Japonesa, *Ilustrado, glosario de pintura japonesa. 図解日本画用語事典*. Tokyo Bijutsu, Tokio, 2007.
- VILANOVA, Juan, et al., *Compendio de Geología*. Imprenta de Alejandro Gómez Fuentenebro, Madrid, 1872.
- WAN, Gai, *Manual del jardín de semillas de mostaza. 芥子園畫傳*. Pekín, United Publishing, Pekín, 2016.
- WANG, Ding Li, *El uso y producción de colores de pintura china. 中國畫顏色的運用與製作*. Artist Publishing, Taipéi, 1993.
- WANG, Fu Quan, *Teoría general de las gemas. 寶石通論*. Science Press, Pekín, 1985.
- WANG, Jin Yu, *Paseo por la galería de arte y tecnología de Dunhuang. 漫步敦煌藝術科技畫廊*. Science and technology of China press, Pekín, 1989.

- WANG, Rong Qiang, *Explicación detallada de la técnica de tinta y pincel de caracteres*. 人物畫筆墨技法詳解. Guangxi Arts Publishing House, Nanning, 2001.
- WANG, Xiong Fei y YU, Lu Kui, *Manual de color mineral*. 礦物色使用手冊. People's fine arts publishing house, Pekín, 2013.
- WANG, Xue Li, *Investigación sobre los guerreros de terracota de dinastía Qin*. 秦俑專題研究. Editorial Sanqin, Xi'an, 1994.
- WATT, Alec, et al., *Diccionario ilustrado de la geología*. Editorial Everest, León, 1992.
- WEI, Ming Tong, *Química General*. 普通化學. Wu-Nan Book, Taipéi, 2009.
- WEI, Zheng, *Curso de formación metalmeccánica*. 金工實訓教程. Tsinghua University Press, Pekín, 2004.
- WENTWORTH, Nigel, *The Phenomenology of Painting*. 繪畫現象學. Jiangsu Fine Arts Publishing, Nanjing, 2006.
- WILSON, Michael Jeffrey, *Rock-forming minerals*. Geological Society of London, London, 1978.
- XIE, Cheng Lin, *Arte de la pintura*. 繪畫藝術. Shanghai Sanlian Bookstore, Shanghai, 1989.
- XU, Ru Hong, *Diagrama de La explotación de las obras de la naturaleza*. 圖解天工開物. Whats Publishing, Taipéi, 2010.
- YANG, Lan Ying, *Historia de arte y artesanía de China*. 中國工藝美術史. China Light Industry Press, Pekín, 2012.
- YANG, Xiong, *Fayan II*. 法言卷二. Editorial Zhong Hua, Shanghai, 1936.
- YIN, Wei, *Historias interesantes de las pinturas*. 趣話畫的故事. Yunlong Publishing, Taipéi, 2005.
- YU, An Lan, *Serie de teoría de la pintura I*. 畫論叢刊(上冊). People's Fine Arts Publishing House, Pekín, 1960.
- YU, Fei An, *Investigación sobre el color de la pintura china*. 中國畫顏色的研究. Pekín United Publishing, Pekín, 2013.
- YU, Chun Mei y WEN Hong Jun, *Teoría y tecnología de procesamiento de minerales*. 選礦原理與工藝. Metallurgical Industry Press, Pekín, 2013.

- YU, He Qing, *Historia del arte japonés. 日本美術發展史*. The Commercial Press, Taipei, 2004.
- YU, Jian Hua, *Teoría de caligrafía y pintura de China. 中國書畫論類編*. Heluo Books Publishing, Taipéi, 1975.
- YUAN, Jian Qi, *Mineralogía. 礦物學*. Geological Publishing House, Pekín, 1979.
- YUAN, Zhong Yi y ZHANG, Zhan Min, *Colección de investigaciones sobre guerreros de Terracota de la dinastía Qin. 秦俑研究文集*. Shannxi People's Fine Arts Publishing House, Shannxi, 1990.
- YUMI, Ishida, *Colores tradicionales japoneses. 日本傳統色名帖*. Trad. LIU, Ting Yan, Azoth Books, Taipéi, 2019.
- ZHAN, Qian Yu, *Investigación sobre la pintura de Lin Zhi Zhu. 林之助繪畫藝術之研究*. Museo de arte provincial de Taiwán, Taipéi, 1977.
- ZHANG, Yan Yuan, *Las pinturas famosas a través de las edades. 歷代名畫記*. Jiangsu Fine Arts Publishing, Nanjing, 2007.
- ZHEHG, Xuan y JIA, Gong Yan, *Nota y explicación de nota de Los ritos de Zhou. 周禮注疏*. Taiwán classic Publishing, Taipéi, 2001.
- ZHOU, Qiu Xiang, *Introducción a las Ciencias Naturales y la Tecnología Viva. 自然科學與生活科技概論*. Prensa psicológica, Nueva Taipéi, 2005.
- ZHU, Pei Yi, *Arte realista taiwanés (1895-2005). 台灣寫實主義美術(1895-2005)*. Diancan art & Collection, Taipéi, 2006.
- ZHU, Wen Tao, *Química y física. 物理化學*. Tsinghua University Press, Pekín, 1995.
- ZHU, Xing Yi, *Libro completo de apreciación de gemas. 寶石鑑賞全書*. Cube Press, Taipéi, 2021.
- ZHANG, Zhi Min, *Tecnología de beneficio por gravedad. 重力選礦技術*. Metallurgical Industry Press, Pekín, 2013.

Monografías y Tesis Doctorales.

ARIGA, Yoshitaka, *Kirikane y colorear. 截金と彩色*. Arte japonés, vol. 373, Shibundo, Tokio, 1997.

CABRERA GARRIDO, José María, *Conservación de la Cueva de Altamira: Sugerencias para un programa de trabajo*. Altamira Symposium, Ministerio de Cultura, Madrid, 1981, p. 621-642.

CHEN, Hsuan Yu, *Investigación del efecto sobre las propiedades del uso de lavado por inmersión en tinta de impresión negra*. Tesis doctoral dirigido por la profesora Tsai Fei Wen. Facultad de Museología y Mantenimiento de Antigüedades, Universidad Nacional de Arte de Tainán, Tainán, 2012.

LI, Jie, *La evolución de la pintura japonesa después de la Segunda Guerra Mundial y la pintura mineral china contemporánea. 二戰後日本畫的演變與中國當代岩彩畫*. Investigación literaria, vol.1, Chinese national academy of arts, Pekín, 2010, p. 145-147.

LI, Shi Chen, *Química del Vidrio. 玻璃化學*. Ciencia Mensual, vol. 12, No. 7, Centro de Educación Científica de la Universidad Nacional de Taiwán, 1981, p. 47-52.

LIAO, Feng Yi, *Emperador. 天皇*. Google Commerce Ltd, e-book, 2017.

GARCÍA DIEZ, Marcos, et al., *The chronology of hand stencils in European Palaeolithic rock art: implications of new U-series results from El Castillo Cave (Cantabria, Spain)*. vol. 93, Journal of Anthropological sciences, Roma, 2015, p. 135-152.

GUO, Lan, *Investigación sobre la protección del color de las figuras de cerámica pintada en la dinastía Han occidental. 西漢彩繪陶俑色彩保護研究*. Revista del Museo de Historia de Shaanxi, vol. 8, Editorial Sanqin, Xi'an, 2001, p. 437-439.

HE, Yun y LI, Bei Lei, *Una investigación sobre la influencia de la cultura de la cerámica pintada en la antigua civilización china. 人類審美文化的永久魅力: 彩陶文化對華夏文明的影響初探*. Arte nacional, vol. 6, Sociedad de Folklore de China, Pekín, 2007, p. 98-105.

JING, Cai Ping, et al., *Creación e innovación de la pintura china. 中國畫的創作和創新*. Investigación en Bellas Artes, vol. 4, Shanghai People's Fine Arts Publishing House, Shanghai, 1983, p. 32-48.

KAN, Lao, *Una nueva investigación sobre tiras de madera en la frontera occidental de las dinastías Han y Jin. 漢晉西陲木簡新考*. Institute of History and Philology Academia Sinica, 1985.

KAO, Yung Lung, *Ir a la deriva: Discurso creativo sobre las pinturas de colores intensos de Kao Yung Lung*. Tesis doctoral dirigido por los profesores Lin Chang De y Zhan Qian Yu, Facultad de Bellas Artes, Universidad Nacional Normal de Taiwán, Taipéi, 2012.

KAO, Yung Lung, *Hierbas venenosas o flores aromáticas: la rectificación del nombre y el destino de la pintura japonesa en Taiwán y China continental*. 毒草或香花：日本畫在台灣、大陸的正名與宿命. Academia de Bellas Artes de Taiwán, vol 76, Museo Nacional de Bellas Artes de Taiwán, Taichung, 2009, p. 66-85.

KOEZUK, Takayasu, Trad. ZHOU Rui y ZHANG, Qun Xi, *Pigmentos de silicato sintético en la antigua China: acerca de los pigmentos Hanqing que comenzaron en el período de los Reinos Combatientes*. 古代中國的合成矽酸鹽顏料: 關於始於戰國時代的漢青顏料. Ensayos recopilados del museo de historia de shaanxi, vol. 11, Editorial Sanqin, Xi'an, 2004, p. 326-334.

LIAO, Hsin Tien, *La lógica de los nombres y la identidad cultural imaginada en la "controversia del GuoHua ortodoxo" durante el período temprano de la posguerra en Taiwán (1946-1959): un microanálisis de la política cultural*. 臺灣戰後初期「正統國畫論爭」中的命名邏輯及文化認同想像(1946-1959): 微觀的文化政治學探析. Academia de Bellas Artes de Taiwán, Museo Nacional de Bellas Artes de Taiwán, Taichung, 2008.

LUO, Bi Lun, *Discusión sobre signos de prospección de depósitos de elementos del grupo del platino máfico y magmático* 鎂鐵質岩漿鉑族元素礦床找礦標志的探討. Revisión geológica, vol. 6, Geological Publishing House, Pekín, 1980, p. 519-525.

MA, Qing Lin, et al., *Análisis de rayos X de pigmentos blancos y negros de cerámica de la cultura Majiayao*. 馬家窯類型彩陶黑、白顏料的X-射線衍射分析. Revista de la Universidad de Lanzhou: Edición de Ciencias Naturales, vol. 36, No. 2, Universidad de Lanzhou, Lanzhou, 2000, p. 54-58.

MA, Qing Lin, et al., *Investigación sobre pigmentos compuestos de color negro y rojo de tipo Banshan y Machang*. 半山、馬廠類型黑、紅彩陶器複合顏料研究. Revista de la Universidad de Lanzhou: Edición de Ciencias Naturales, vol. 36, Universidad de Lanzhou, Lanzhou, 2000, p. 71-76.

RIVAS LÓPEZ, Jorge, *Policromías sobre piedra en el contexto de la Europa medieval: Aspectos históricos y tecnológicos*. Tesis Doctoral dirigida por el profesor Dr Manuel Prieto Prieto. Departamento de Pintura de la Facultad de Bellas Artes, Universidad Complutense de Madrid, 2008.

TSAI, Chi Yuan, *Investigación sobre la evolución y el uso de pigmentos minerales tomando como ejemplo pintura Nihonga*. TFM dirigido por la profesora Tsuei Yung Shiue y Hu Jr Jia. Facultad de Historia y Artefacto, Universidad de Feng Chia, Taichung, 2017.

WAN, Shu Xian, El statu quo de la pintura de colores intensos de Taiwán. TFM dirigido por el profesor Wu Lei, Facultad de Bellas Artes, Universidad Normal de Shandong, Jinan, 2017.

WANG, Jin Yu, *Elaborar sobre los murales y los pigmentos químicos de las grutas de Dunhuang*. 細說敦煌石窟壁畫與化學顏料. Biblioteca centenaria de estudios de Dunhuang en China: El volumen conservado de grutas, Editorial de la cultura de Gansu, Lanzhou, 1999, p. 222-228.

WU, Chao, *Una revisión de los métodos de pintura de las grutas de Kizil: carácter de la cultura de Regiones del Oeste*. 克孜爾石窟壁畫畫法綜考: 兼談西域文化的性質. Cultural Relics, vol. 12, Cultural Relics Press, 1984, p. 14-22.

XU, Xiao Hu, ¿Qué es la historia del arte de Taiwán? 什麼是台灣藝術史, En Bellas Artes de Taiwán: Publicación periódica de Museo Nacional de Bellas Arte de Taiwán, vol. 51, Museo Nacional de Bellas Artes de Taiwán, Taiching, 2003.

XU, Yong, *Importancia de la investigación sobre los materiales y la técnica de los murales de Dunhuang*. Tesis doctoral dirigido por los profesores Zheng Bing Lin y Fan Jin Shi, Facultad de Historia, Universidad de Lanzhou, Lanzhou, 2007.

YAMAZAKI, Kazuo, *Materiales de investigación sobre pigmentos en pinturas murales de Regiones Occidentales*, vol. 212, Bijutsu Kenkyū, Tokio, 1961, p.31-33.

ZHANG, Yong, *Patio de cerámica pintada de la era de Huaiyang*. 淮陽彩繪陶院落的年代問題. Reliquias culturales de China central, vol. 1, Museo de Henan, Zheng Zhou, 2001, p. 63-67.

ZHU, Zhang Xiao, *Materiales de ingeniería*. 工程材料. Tsinghua University Press, Pekín, 2001.

Página Web.

Aluminio. [Consultado el 25-6-2022]. Disponible en: <https://educalingo.com/es/dic-zh/lu-22>

AM4115-FVT. [Consultado el 5-5-2022]. Disponible en: <https://reurl.cc/WrrV9D>

“Art Truth” y manuscrito de Fenollosa. 『美術真説』とフェノロサ遺稿. [Consultado el 8-1-2022]. Disponible en: <https://reurl.cc/Ep2O4R>

Azurita. [Consultado el 26-6-2022]. Disponible en: <https://www.quimica.es/enciclopedia/Azurita.html>

Blanco japonés vivo y suave. Visita a la fábrica de Nakagawa. [Consultado el 12-6-2021]. Disponible en: http://www.comark.co.jp/_trashed-3/

Breve introducción a las piedras fabricadas en Japón. [Consultado el 26-1-2022]. Disponible en: <https://dl.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/2540076>

Clima Madrid 2021. [Consultado el 28-4-2022]. Disponible en: <https://reurl.cc/q5LnR0>

Compromiso con la fabricación. [Consultado el 13-6-2021]. Disponible en: <http://nakagawa-gofun.co.jp/begin/manufacture.html>

Curso en línea, vol. 4: *serie de colores de nihonga, edición en blanco-La pintura japonesa comienza con blanco y termina con blanco.* [Consultado el 17-1-2022]. Disponible en: https://fujioka-salon.com/2020/12/17/online_004/

Entrevista del fabricante Kiya. [Consultado el 13-2-2022]. Disponible en: <https://reurl.cc/9OnQAV>

ER, Lang, *Detalles de pintura. 繪事瑣言.* vol. 3, p. 77-79. [Consultado el 30-1-2022]. Disponible en: <https://ctext.org/library.pl?if=gb&file=33799&page=77>

ER, Lang, *Detalles de pintura. 繪事瑣言.* vol. 8, [Consultado el 30-1-2022]. Disponible en: <https://ctext.org/library.pl?if=gb&file=33799&page=77>

Eurolab Laboratory Services, *Pruebas de envejecimiento ASTM G154.* [Consultado el 28-4-2022]. Disponible en: <https://reurl.cc/6ZDYgk>

Experimentación y simulación de procesos de aplicación de los pigmentos. [Consultado el 23-11-2019]. Disponible en: <https://edu.rsc.org/resources/prehistoric-pigments/1540.article>

Fabricación de Kiya. [Consultado el 2-2-2022]. Disponible en: <https://reurl.cc/nEvky1>

Fabricación de washi. [Consultado el 14-3-2022]. Disponible en: <https://reurl.cc/Qjl05q>

Flores de ciruela roja y blanca de Ogata Kōrin. [Consultado el 27-5-2022]. Disponible en: <https://www.moaart.or.jp/collections/053/>

Glauconita, Enciclopedia Taiwán. [Consultado el 20-2-2021]. Disponible en: <https://nrch.culture.tw/twpedia.aspx?id=9422>

Gōsei iwa enogu. [Consultado el 21-1-2022]. Disponible en: <https://reurl.cc/oeQYlv>

Herramientas y productos de fabricación de los pigmentos minerales de Naganobori. [Consultado el 26-1-2022]. Disponible en: <https://reurl.cc/pWL47b>

Historia de la Asociación de Arte Creativo. [Consultado el 9-1-2022]. Disponible en: <https://www.sogakai.or.jp/history.html>

Kakadu National Park, *Rock art: Gunbim*, [Consultado el 6-11-2019]. Disponible en: <https://parksaustralia.gov.au/kakadu/pub/gunbim.pdf>

Historia de la hoja de oro. [Consultado el 21-1-2022]. Disponible en: <https://www.hakuichi.co.jp/goldleaf/history.php>

Nakagawa Gofun Enogu. [Consultado el 18-1-2020]. Disponible en: <https://reurl.cc/Op18qX>

Mármol y Granito. [Consultado el 14-5-2022]. Disponible en: <https://reurl.cc/2DZbMX>

Mármol. [Consultado el 14-5-2022]. Disponible en: <https://reurl.cc/2DZbMX>

Mashi. [Consultado el 14-3-2022]. Disponible en: <http://www.aisf.or.jp/~jaanus/deta/m/mashi2.htm>

Mil li de ríos y montañas de Wang Xi Meng: Familia, país, mundo | Tesoro nacional chino. [Consultado el 2-1-2022]. Disponible en: <https://www.youtube.com/watch?v=2mwjsflqmFA>

Mina de cobre Naganobori. [Consultado el 24-1-2022]. Disponible en: <https://reurl.cc/NpqROp>

Mineral epidota, Universidad Autónoma Metropolitana. [Consultado el 13-3-2021]. Disponible en: <https://reurl.cc/pWxlkl>

Mineral piedra sangre rústico en base de metal. [Consultado el 12-3-2021]. Disponible en: <https://reurl.cc/ZrjK5V>

Ministerio de Cultura de Francia, *El arte parietal: materia prima.* [Consultado el 23-11-2019]. Disponible en: <https://archeologie.culture.fr/lascaux/es/materia-prima>

Museo Digital de Naturaleza y Humanidades de Taiwán, *¿Qué son los minerales?* [Consultado el 31-1-2021]. Disponible en: <https://reurl.cc/Rj08qe>

Museo Nacional de Ciencias Naturales, *Guerreros de terracota: exhibición de nuevas reliquias culturales desenterradas de la dinastía Qin. 兵馬俑-秦代新出土文物展.* [Consultado el 14-1-2020]. Disponible en: <https://reurl.cc/k7d5O3>

OTA, Tomoki, *Mogu/Morotai. 没骨/朦朧体.* [Consultado el 20-2-2020]. Disponible en: <https://reurl.cc/OpXyEX>

Pigmento Kyojyo. [Consultado el 21-1-2022]. Disponible en: <https://reurl.cc/2DmQxv>

Pintura del techo de Itō Jakuchū. [Consultado el 21-3-2022]. Disponible en: <https://reurl.cc/QiqxY0>.

Pintura japonesa y materiales de nihonga. 日本絵画と日本画絵具. [Consultado el 6-11-2019]. Disponible en: https://www.jstage.jst.go.jp/article/shikizai1937/75/8/75_401/article/-char/ja/

Portal de geociencias de Taiwán, *Mineral*. [Consultado el 10-1-2022]. Disponible en: <https://reurl.cc/ak9RkY>

Programmable Bench Top Constant Temp. & Humid. Chamber. [Consultado el 6-5-2022]. Disponible en: <https://reurl.cc/mooexM>

Química de pigmento mineral: belleza de las particulares de los pigmentos. [Consultado el 8-1-2022]. Disponible en: https://www.jstage.jst.go.jp/article/kakyoshi/61/8/61_KJ00008826294/pdf

Rejaglar, Enciclopedia Taiwán. [Consultado el 16-4-2021]. Disponible en: <https://nrch.culture.tw/twpedia.aspx?id=9490>

Resume de seda. [Consultado el 14-3-2022]. Disponible en: http://www.rockpigment.com.tw/news_detail.php?id=25

TAKAGISHI Akira y ARIKAWA, Haruo, *Teoría entre la pintura japonesa de pintura de guerra y la pintura clásica: centrándose en la "Exposición de arte bélico" (1938) · Keiya Nagashima. 日本画の戦争画と古典絵画論 - 「戦争美術展覧会」(1938)を中心に・長嶋圭哉.* Historia de arte, Vol. 53, No. 1, Benrido, Kioto, 2003.

TSURUTA, Eiichi, *Historia de los pigmentos. 顔料の歴史.* Conferencia de pintura (Lección II), 2002. [Consultado el 3-1-2022]. Disponible en: <https://reurl.cc/rQxbOZ>

Una historia romántica sobre minerales y pigmentos minerales, toxicidad y cómo hornear. [Consultado el 16-4-2021]. Disponible en: <https://reurl.cc/Zrr2OI>

Volcán submarino entra en erupción con piedra pómez para ayudar a reconstruir la Gran Barrera de Coral. [Consultado el 15-6-2021]. Disponible en: <https://e-info.org.tw/node/219796>

XIAO, Qiong Rui, *Recopilación de datos históricos y perspectivas de investigación de la Exposición de arte de Taiwán 80 años. 「台灣美展 80 年」的史料彙整與研究展望.* [Consultado el 8-1-2022]. Disponible en: <https://reurl.cc/GomkND>

YANG, Jin, *Estado y perspectiva de la investigación de los académicos chinos sobre la relación entre Dunhuang y Persia. 中國學者對於敦煌與波斯關係研究現狀與展望.* [Consultado el 2-1-2022]. Disponible en: <https://m.xzbu.com/4/view-15420691.htm>

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Arte Rupestre de Ubirr, Australia. [Consultado el 6-11-2019]. Disponible en: https://www.wikiwand.com/en/Ubirr	21
Figura 2. Manos en la cueva de El Castillo de Puente Viesgo, Cantabria. [Consultado el 9-11-2019]. Disponible en: https://cuevas.culturadecantabria.com/el-castillo/ ...	22
Figura 3. Vista del Techo de los Polícromos. Disponible en: Museo Nacional y Centro de Investigación de Altamira.....	22
Figura 4. Imagen de cueva de Lascaux pintada con pincel. [Consultado el 28-11-2019]. Disponible en: https://archeologie.culture.fr/lascaux/es/las-tecnicas	24
Figura 5. Caballos moteados de la gruta de Pech Merle, en Cabrerets, Francia. [Consultado el 28-11-2021]. Disponible en: https://www.pechmerle.com/le-centre-de-prehistoire/la-grotte-du-pech-merle/	25
Figura 6. Pintura rupestre de los abrigos rupestres de Bhimbetka. [Consultado el 28-11-2021]. Disponible en: https://en.wikipedia.org/wiki/Bhimbetka_rock_shelters	26
Figura 7. Adorno y hematita del Paleolítico de China. [Consultado el 10-12-2021]. Disponible en: https://www.slideserve.com/arnold/4024191	28
Figura 8. Hacha de piedra de la cultura Dadiwan, China. [Consultado el 12-12-2019]. Disponible en: http://www.gansumuseum.com/zi/list-55.html	30
Figura 9. Piedra de molino de la cultura Dadiwan, China. [Consultado el 12-12-2019]. Disponible en: http://www.gansumuseum.com/zi/list-55.html	30
Figura 10. Cerámica de la cultura Majiayao. [Consultado el 20-12-2019]. Disponible en: https://zhuanlan.zhihu.com/p/375777628	31
Figura 11. Cerámica de la cultura Majiayao. [Consultado el 20-12-2019]. Disponible en: https://www.sohu.com/a/69181659_173974	31
Figura 12. Cerámica de la cultura Majiayao. [Consultado el 20-12-2019]. Disponible en: https://es.wikipedia.org/wiki/Cultura_de_Majiayao	32
Figura 13. Cerámica de la Cultura Yangshao. [Consultado el 20-12-2019]. Disponible en: https://cci.ifeng.com/c/7y7XjOL7cJC	32
Figura 14. Cuenco de cerámica, Cultura Yangshao. [Consultado el 20-12-2019]. Disponible en: https://reurl.cc/bn1vg3	34

Figura 15. Simulación de procesos de aplicación de los pigmentos. [Consultado el 23-11-2019]. Disponible en: https://edu.rsc.org/resources/prehistoric-pigments/1540.article	35
Figura 16. Caihui Tao de cultura Longshan, China. [Consultado el 28-11-2019]. Disponible en: https://reurl.cc/LpjG3a	36
Figura 17. Cronología de la historia china. Disponible en: SULLIVAN, Michael, <i>Historia del arte chino. 中國藝術史</i> . SMC Publishing, Taipéi, 2017.	40
Figura 18. Fragmentos de murales de dinastía Qin, China. [Consultado el 3-1-2020]. Disponible en: https://reurl.cc/Dd15Q6	42
Figura 19. Componentes de los colores de los guerreros de terracota, China. [Consultado el 30-12-2021]. Disponible en: https://www.natgeomedia.com/explore/article/content-2934.html	44
Figura 20. Guerreros de terracota, China. [Consultado el 6-1-2020]. Disponible en: https://www.sohu.com/a/233717467_469537	45
Figura 21. Desconocido, Pintura policromada sobre seda con forma de T, China. [Consultado el 6-1-2020]. Disponible en: https://reurl.cc/yQZyWO	47
Figura 22. Gu Kai Zhi, <i>Admoniciones de las Institutrices de la Corte</i> . “女史箴圖”, 25.8 x 470.3 cm. [Consultado el 15-1-2020]. Disponible en: https://reurl.cc/veDnzi	48
Figura 23. Cueva de Mogao. [Consultado el 23-12-2021]. Disponible en: https://reurl.cc/02oXdx	50
Figura 24. No. 112 de las Cuevas Mogao, <i>Rebound Pipa</i> . “反彈琵琶”, China. [Consultado el 18-1-2020]. Disponible en: https://reurl.cc/GoVXRa	54
Figura 25. Miniaturas persas. [Consultado el 2-1-2022]. Disponible en: https://en.wikipedia.org/wiki/Persian_miniature#cite_note-35	57
Figura 26. Zhang Xuan, <i>Cortesanias preparando seda recién tejida</i> . “搗練圖”, 37x147cm. [Consultado el 17-1-2020]. Disponible en: https://reurl.cc/KpkM0e	60
Figura 27. Zhan Zi Qian, <i>El paseo de primavera</i> . “遊春圖”, 43 x 80.5cm. [Consultado el 17-1-2020]. Disponible en: https://reurl.cc/X46LEa	61
Figura 28. Wang Xi Meng, <i>Mil li de ríos y montañas</i> . “千里江山”, 51.5 x 1191.5cm. [Consultado el 17-1-2020]. Disponible en: https://reurl.cc/akr1ZY	62
Figura 29. Wang Meng, <i>Pintura de la montaña Taibai</i> . “太白山圖”, 27.6 x 238cm. [Consultado el 2-1-2022]. Disponible en: https://reurl.cc/9OERpO	65

Figura 30. Desconocido, capítulo Suzumushi de <i>Genji Monogatari Emaki</i> , 21.8 x 48.2cm. [Consultado el 25-1-2020]. Disponible en: https://reurl.cc/zM8j86	69
Figura 31. Pigmentos minerales portátiles para cuencos de porcelana. [Consultado el 07-1-2022]. Disponible en: http://www.kissho-nihonga.co.jp/products/gansai/	73
Figura 32. Hishida Shunsō, <i>Bosque del ocaso</i> . “夕の森”, 44.5 x 60 cm. [Consultado el 07-1-2022]. Disponible en: https://bunka.nii.ac.jp/heritages/heritagebig/176117/0/1	76
Figura 33. Qiu Ying, <i>Pintura de cien bellezas</i> . “百美图”, 36.8 x 483.2cm. [Consultado el 09-1-2022]. Disponible en: https://reurl.cc/Rj0dOx	82
Figura 34. Lin Zhi Zhu, <i>Estanque de loto</i> . “蓮池”, 146.4 x 215.2cm. [Consultado el 09-1-2022]. Disponible en: https://www.moc.gov.tw/information_250_35786.html	85
Figura 35. Esquema de la clasificación de los pigmentos orgánicos e inorgánicos.	89
Figura 36. Esquema de los yacimientos minerales. Disponible en: MATSUBARA, SATOSHI, Matsubara, <i>Minerales y gemas</i> . 礦物寶石大圖鑑. Trad. ZHANG, Si Wei, China Coal Industry Publishing House, Pekín, 2018, p. 7.	94
Figura 37. Esquema de los tipos de exfoliación de minerales. [Consultado el 11-1-2022]. Disponible en: https://reurl.cc/44a2oX	98
Figura 38. Color de las rayas. [Consultado el 11-1-2022]. Disponible en: https://reurl.cc/mGLe27	99
Figura 39. Ōgata Kōrin, <i>Biombo de los lirios</i> . “燕子花図屏風”, 786 x 168.5cm. [Consultado el 11-1-2022]. Disponible en: https://reurl.cc/Qj98yo	103
Figura 40. Lapislázuli. [Consulta 11-1-2022]. Disponible en: https://reurl.cc/6Eaply	104
Figura 41. Desconocido, <i>Musica tocada por el ser celestial</i> . “天宮伎樂”, China. [Consultado el 11-1-2022]. Disponible en: https://reurl.cc/pWgq9e	105
Figura 42. Azurita. [Consultado el 11-1-2022]. Disponible en: https://www.wikiwand.com/es/Azurita	108
Figura 43. Simbiosis de azurita y malaquita. [Consultado el 11-1-2022]. Disponible en: https://reurl.cc/8W3rdX	109
Figura 44. Sodalita. [Consultado el 11-1-2022]. Disponible en: https://reurl.cc/Zrja1A	111

Figura 45. Desconocido, <i>Da fang bian fo bao en jing</i> . “大方便佛報恩經”, China. [Consultado el 11-1-2022]. Disponible en: https://reurl.cc/g0zkop	113
Figura 46. Malaquita. [Consultado el 12-1-2022]. Disponible en: https://reurl.cc/Opk52D	114
Figura 47. Pigmentos hechos de malaquita de fabricante Kissho. [Consultado el 12-1-2022]. Disponible en: https://reurl.cc/RjbLKg	116
Figura 48. Pigmentos hechos de malaquita del fabricante Nakagawa Gofun Enogu. [Consultado el 12-1-2022]. Disponible en: https://reurl.cc/g0zdMb , https://reurl.cc/DdZ035 , https://reurl.cc/3j5zY0 , y https://reurl.cc/9O511O	117
Figura 49. Ensayo de Nishida Maki, técnica nihonga con pan de cobre [Consultado el 13-1-2022]. Disponible en: https://reurl.cc/Zrjm9a	118
Figura 50. Crisocola. [Consultado el 13-1-2022]. Disponible en: https://reurl.cc/DdZ0eO	119
Figura 51. Egirina. [Consultado el 13-1-2022]. Disponible en: https://reurl.cc/443xqY	120
Figura 52. Actinolita. [Consultado el 13-1-2022]. Disponible en: https://reurl.cc/3j5zpV	121
Figura 53. Amazonita. [Consultado el 13-1-2022]. Disponible en: https://reurl.cc/RjbNmn	122
Figura 54. Turquesa. [Consultado el 20-2-2021]. Disponible en: https://reurl.cc/AKRV4j	124
Figura 55. Glauconita. [Consultado el 26-2-2021]. Disponible en: https://reurl.cc/yQedYE	125
Figura 56. Jaspe verde. [Consultado el 8-3-2021]. Disponible en: https://reurl.cc/MbkpDk	127
Figura 57. Heliotropo. [Consultado el 12-3-2021]. Disponible en: https://reurl.cc/g0zV17	128
Figura 58. Epidota. [Consultado el 12-3-2021]. Disponible en: https://reurl.cc/rQ1mxx	129
Figura 59. Turmalina verde. [Consultado el 12-3-2021]. Disponible en: https://reurl.cc/02x5xb	130

Figura 60. Verdita. [Consultado el 12-3-2021]. Disponible en: https://reurl.cc/443ZmK	131
Figura 61. Serpentina. [Consultado el 8-4-2021]. Disponible en: https://reurl.cc/zMMY97	132
Figura 62. Desconocido, <i>Asuka Bijin</i> . “西壁女子群像”, Japón. [Consultado el 17-3-2021]. Disponible en: https://reurl.cc/AKKAOE	137
Figura 63. Oropimente. [Consultado el 19-3-2021]. Disponible en: https://reurl.cc/e66DXL	138
Figura 64. Oropimente asociado con el rejalgar. [Consultado el 19-3-2021]. Disponible en: https://reurl.cc/e66DLR	139
Figura 65. Ojo de tigre. [Consultado el 24-3-2021]. Disponible en: https://reurl.cc/pWW694	141
Figura 66. Jaspe amarillo. [Consultado el 28-3-2021]. Disponible en: https://www.ms-99.top/ProductDetail.aspx?iid=150239725&pr=33.96	142
Figura 67. Grosularia. [Consultado el 28-3-2021]. Disponible en: https://reurl.cc/LppAL3	143
Figura 68. Grosularia. [Consultado el 28-3-2021]. Disponible en: https://www.foro-minerales.com/forum/viewtopic.php?p=91058	144
Figura 69. Pigmento <i>kicha</i> y <i>sakura nezumi</i> . [Consultado el 2-4-2021]. Disponible en: https://reurl.cc/EppoN0 y https://reurl.cc/444oDD	144
Figura 70. Zhao Yong, <i>Imitación de la pintura el hombre y caballo de Li Gong Ling</i> . “臨李公麟人馬圖”. [Consultado el 2-4-2021]. Disponible en: https://reurl.cc/e66DR7 ..	146
Figura 71. Óxido de hierro rojo. [Consultado el 4-4-2021]. Disponible en: https://reurl.cc/akk4vl	148
Figura 72. Cinabrio. [Consultado el 8-4-2021]. Disponible en: https://reurl.cc/Wkkv3e	149
Figura 73. Pasta para el sello rojo tradicional. [Consultado el 10-4-2021]. Disponible en: https://reurl.cc/3jjeKR	152
Figura 74. Rejalgar. [Consultado el 16-4-2021]. Disponible en: https://reurl.cc/oeek9q	153

Figura 75. Coral. [Consultado el 19-4-2021]. Disponible en: IIDA, Koichi, <i>Enciclopedia de gemas naturales</i> . 天然寶石百科. Trad. HE, Pei Yi, Taiwán Editorial Tohan, Taipéi, 2012, p. 184-185.....	155
Figura 76. Pigmentos hechos de corales. [Consultado el 21-4-2021]. Disponible en: https://reurl.cc/2DDIdm y https://reurl.cc/022ar6	157
Figura 77. Jaspe rojo. [Consultado el 23-4-2021]. Disponible en: https://reurl.cc/g00ngz	157
Figura 78. Ágata. [Consultado el 23-4-2021]. Disponible en: https://reurl.cc/e66V0b	158
Figura 79. Tulita. [Consultado el 24-4-2021]. Disponible en: https://reurl.cc/l99pvY	160
Figura 80. Cornalina. [Consultado el 27-4-2021]. Disponible en: https://reurl.cc/yQQO7O	161
Figura 81. Rubí. [Consultado el 1-5-2021]. Disponible en: https://reurl.cc/8WWeDo	162
Figura 82. Rubelita. [Consultado el 10-5-2021]. Disponible en: https://reurl.cc/bkkdd6	163
Figura 83. Mármol rojo. [Consultado el 14-5-2021]. Disponible en: https://reurl.cc/9OOWWv	164
Figura 84. Jaspe marrón. [Consultado el 14-5-2021]. Disponible en: https://reurl.cc/3jjkmX	168
Figura 85. Pigmentos hechos a base de jaspe marrón. [Consultado el 14-5-2021]. Disponible en: https://reurl.cc/akkXA4 y https://reurl.cc/7eeEmd	168
Figura 86. Broncita. [Consultado el 14-5-2021]. Disponible en: https://piedraspreciosas.top/broncita/	169
Figura 87. Papiro escrito con colores negro y rojo. [Consultado el 14-5-2021]. Disponible en: https://reurl.cc/444IVD	171
Figura 88. Hasegawa Tōhaku, <i>Shōrin-zu byōbu</i> . “松林図屏風”, cada panel: 156.8 x 356 cm. [Consultado el 20-5-2021]. Disponible en: https://reurl.cc/mGGpK9	172
Figura 89. Turmalina negra. [Consultado el 22-5-2021]. Disponible en: https://reurl.cc/veeG3a	172
Figura 90. Pigmentos hechos con turmalina negra. [Consultado el 23-5-2021]. Disponible en: https://reurl.cc/AKKXnp y https://reurl.cc/KppEKR	172

Figura 91. Obsidiana. [Consultado el 23-5-2021]. Disponible en: https://reurl.cc/Mb0dX4	174
Figura 92. Jaspe negro. [Consultado el 23-5-2021]. Disponible en: https://reurl.cc/mo91yj	175
Figura 93. Pigmentos hechos con jaspe negro. [Consultado el 23-5-2021]. Disponible en: https://reurl.cc/qO589N y https://reurl.cc/nE10QD	176
Figura 94. Mármol negro. [Consultado el 27-5-2021]. Disponible en: https://reurl.cc/ved50L	176
Figura 95. Maruyama Ōkyo, <i>Biombo Pinos bajo la nieve</i> . “雪松図屏風”, cada panel: 155.7 x 361.2cm. [Consultado el 27-5-2021]. Disponible en: https://global.canon/ja/tsuzuri/works/20.html	179
Figura 96. Itō Jakuchū, <i>Pino viejo y fénix blanco</i> . “老松白鳳図”, 142.3×79cm. [Consultado el 27-5-2021]. Disponible en: https://media.thisisgallery.com/works/itojakutyu_09	179
Figura 97. Cuarzo. [Consultado el 1-6-2021]. Disponible en: https://es.wikipedia.org/wiki/Cuarzo	180
Figura 98. Calcita. [Consultado el 3-6-2021]. Disponible en: https://reurl.cc/xO9gWZ	181
Figura 99. Mármol blanco. [Consultado el 6-6-2021]. Disponible en: https://www.wikiwand.com/eu/Arroka_metamorfiko	183
Figura 100. Mica. [Consultado el 8-6-2021]. Disponible en: https://en.wikipedia.org/wiki/Mica	184
Figura 101. Pigmentos hechos con mica. [Consultado el 8-6-2021]. Disponible en: https://reurl.cc/9OGZxV	185
Figura 102. Conchas de ostra de Itabo. [Consultado el 12-6-2021]. Disponible en: https://twitter.com/pigment_tokyo/status/677337908315971584/photo/4	186
Figura 103. Fabricación de <i>gofun</i> . [Consultado el 12-6-2021]. Disponible en: https://story.nakagawa-masashichi.jp/17426	187
Figura 104. Capas de pintura <i>gofun</i> . [Consultado el 12-6-2021]. Disponible en: http://nakagawa-gofun.co.jp/begin/manufacture.html	188
Figura 105. Pumita. [Consultado el 15-6-2021]. Disponible en: https://reurl.cc/GoxdYD	189

Figura 106. Meiji Hashimoto, <i>Sakura de mañana</i> . “朝陽桜”, 144 x 64 cm. [Consultado el 16-6-2021]. Disponible en: https://reurl.cc/zMZbje	190
Figura 107. Purpurita. [Consultado el 20-1-2022]. Disponible en: https://reurl.cc/RjXk9e	192
Figura 108. Calentamiento de materiales para fabricar del pigmento <i>shin-iwa</i> . [Consultado el 20-1-2022]. Disponible en: http://nakagawa-gofun.co.jp/chinese/begin/manufacture.html	194
Figura 109. Resultado después de enfriar. [Consultado el 20-1-2022]. Disponible en: https://story.nakagawa-masashichi.jp/17426	194
Figura 110. Preparación de molienda. [Consultado el 20-1-2022]. Disponible en: http://nakagawa-gofun.co.jp/chinese/begin/manufacture.html	194
Figura 111. Pigmentos de piedra colorado. [Consultado el 21-1-2022]. Disponible en: https://www.sankichi.com/SHOP/337917/337920/list.html	196
Figura 112. Pigmento <i>kyojyo</i> . [Consultado el 21-1-2022]. Disponible en: http://nakagawa-gofun.co.jp/begin/kyojo.html	198
Figura 113. Diez niveles del pigmento <i>kyojyo</i> . [Consultado el 21-1-2022]. Disponible en: http://nakagawa-gofun.co.jp/product/lwa_enogu/Kyoujyo_lwaenogu/51250.html	199
Figura 114. Cabeza de bronce cubierta con láminas de oro. [Consultado el 19-2-2022]. Disponible en: https://reurl.cc/Y9mlbx	200
Figura 115. Oro. [Consultado el 21-1-2022]. Disponible en: https://reurl.cc/mG3ggA	201
Figura 116. Kanō Eitoku, <i>Leones guardianes chinos</i> . “唐獅子図屏風”, 222.8 x 452cm. [Consultado el 21-1-2022]. Disponible en: https://reurl.cc/veWMMN	203
Figura 117. Plata. [Consultado el 21-1-2022]. Disponible en: https://reurl.cc/02X33Y	203
Figura 118. Efecto del cambio químico entre plata y azufre. [Consultado el 22-1-2022]. Disponible en: http://kinginshi.com/?p=524	204
Figura 119. Sakai Hōitsu, <i>Plantas con flores de verano y otoño</i> . “夏秋草図屏風”, cada panel: 164.5 x 181.8cm. [Consultado el 21-1-2022]. Disponible en: https://reurl.cc/44pxKX	205

Figura. 120. Sakai Hōitsu, <i>Flores de ciruela roja y blanca</i> . “紅白梅図屏風”, cada panel: 152.5 × 319.6cm. [Consultado el 21-1-2022]. Disponible en: https://reurl.cc/vdmVra	205
Figura 121. Cobre. [Consultado el 21-1-2022]. Disponible en: https://reurl.cc/jkGzDD	206
Figura 122. Diferencias tonales entre lámina de aleación y pan de oro. [Consultado el 21-1-2022]. Disponible en: https://reurl.cc/veWYky y https://reurl.cc/2Dm1Lr	206
Figura 123. Aluminio. [Consultado el 22-1-2022]. Disponible en: https://reurl.cc/l9Z9aY	207
Figura 124. Estaño. [Consultado el 22-1-2022]. Disponible en: https://reurl.cc/Y9d9kn	208
Figura 125. Platino. [Consultado el 22-1-2022]. Disponible en: https://reurl.cc/0262ab	209
Figura 126. Diferencias tonales entre láminas metálicas. [Consultado el 22-1-2022]. Disponible en: https://reurl.cc/g0Q0nX , https://reurl.cc/KpXpOg , https://reurl.cc/jkRkmn y https://reurl.cc/oeZeKj	210
Figura 127. Molinillo de medicamentos. [Consultado el 24-1-2022]. Disponible en: https://www.th.gov.tw/epaper/site/page/191/2661	212
Figura 128. Equipo de molienda de placa plana. [Consultado el 24-1-2022]. Disponible en: https://m.thepaper.cn/rss_newsDetail_15729948?from=sohu	213
Figura 129. Molinillo y bolitas de tinta. [Consultado el 24-1-2022]. Disponible en: https://reurl.cc/akaKOG	214
Figura 130. Tetsusai Hirase, <i>Nippon Sankai Meibutsu Zue</i> . [Consultado el 24-1-2022]. Disponible en: https://dl.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/2606906	215
Figura 131. Mortero. [Consultado el 25-1-2022]. Disponible en: https://reurl.cc/NpqROp	216
Figura 132. Utensilio para separar impurezas y diferenciar partículas en base a su tamaño. [Consultado el 25-1-2022]. Disponible en: https://reurl.cc/NpqROp	216
Figura 133. Proceso de producción del pigmento de azurita y malaquita. [Consultado el 25-1-2022]. Disponible en: https://reurl.cc/rQxbOZ	217
Figura 134. Sistema de elutriación. [Consultado el 26-1-2022]. Disponible en: https://reurl.cc/pWL47b	218

Figura 135. Método de elutriación en China.	221
Figura 136. Song Ying Xing, <i>Explotación de las obras de la naturaleza</i> . [Consultado el 26-1-2022]. Disponible en: https://reurl.cc/OpVn53	222
Figura 137. Producción del cinabrio según el libro <i>Detalles de pintura</i>	225
Figura 138. Fabricación de Houkoudou. Disponible en: Universidad de las Artes de Tokio, Escuela de Graduados en Preservación de Bienes Culturales, Laboratorio de Pintura Japonesa, <i>Ilustrado, glosario de pintura japonesa</i> . 図解日本画用語事典. Tokyo Bijutsu, Tokio, 2007, p. 54-55.	228
Figura 139. Fabricación de Kiya. [Consultado el 2-2-2022]. Disponible en: https://reurl.cc/nEvky1 y https://www.mdn.co.jp/di/contents/4376/59295/	231
Figura 140. Tamaño de partículas de los pigmentos minerales Kiya.	233
Figura 141. Herramientas para romper los minerales. [Consultado el 13-2-2022]. Disponible en: https://reurl.cc/MbzgD3 , https://reurl.cc/nEY2XX y https://reurl.cc/veL2XN	234
Figura 142. Fabricación de Pekín Tianya. Disponible en: WANG, Xiong Fei y YU, Lu Kui, <i>Manual de color mineral</i> . 礦物色使用手冊. People's fine arts publishing house, Pekín, 2013, p. 30.	236
Figura 143. Molino de bolas. [Consultado el 6-2-2022]. Disponible en: https://reurl.cc/qOnmKq	241
Figura 144. Tres posiciones de las bolas de molienda y del mineral al utilizar el molino de bolas a diferentes velocidades de rotación. Disponible en: LIU, Pei Sheng, <i>Introducción a los materiales porosos</i> . 多孔材料引論, Tsinghua University Press, Pekín, 2012, p. 103.	241
Figura 145. Fuerzas que actúan sobre las partículas. [Consultado el 11-2-2022]. Disponible en: https://max.book118.com/html/2018/0531/169749022.shtm	248
Figura 146. Pigmentos minerales metálicos. [Consultado el 18-2-2022]. Disponible en: https://reurl.cc/NpOXgq , https://reurl.cc/OpQXoA , https://reurl.cc/zMObkg y https://reurl.cc/l9n0OI	251
Figura 147. Papel <i>zumiuchigami</i> . [Consultado el 20-2-2022]. Disponible en: https://entsukegoldleaf.jp/method/	254
Figura 148. Papel <i>hakuuchi</i> . [Consultado el 20-2-2021]. Disponible en: https://entsukegoldleaf.jp/method/	255

Figura 149. Proceso de <i>zumi</i> . [Consultado el 30-11-2021]. Disponible en: https://entsukegoldleaf.jp/method/	256
Figura 150. Proceso del pan de oro. [Consultado el 30-11-2021]. Disponible en: https://entsukegoldleaf.jp/method/	258
Figura 151. Proceso de <i>enzuke</i> . [Consultado el 2-12-2021]. Disponible en: https://www.horikin.co.jp/english/gold-leaf/69	261
Figura 152. Proceso de <i>tachikiri</i> . [Consultado el 2-12-2021]. Disponible en: https://www.horikin.co.jp/english/gold-leaf/69	261
Figura 153. Resultados finales. [Consultado el 20-2-2022]. Disponible en: https://www.kinpaku-imai.jp/hpgen/HPB/entries/15.html	261
Figura 154. <i>Enzuke</i> . [Consultado el 2-12-2021]. Disponible en: https://www.horikin.co.jp/english/gold-leaf/69	262
Figura 155. <i>Tachikiri</i> . [Consultado el 2-12-2021]. Disponible en: https://hakuichi.jp/products/list.php?category_id=243	262
Figura 156. Proceso completo de producción del pan de oro. [Consultado el 2-12-2021]. Disponible en: https://kanazawa.hakuichi.co.jp/about/kinpaku_flow.php , https://enkanazawa.hakuichi.co.jp/about/kinpaku_flow.php y https://www.kinpaku-imai.jp/hpgen/HPB/entries/15.html	263
Figura 157. Láminas metálicas elaboradas con pan de plata pura ahumado con azufre. [Consultado el 5-12-2021]. Disponible en: https://reurl.cc/mGzDM9 , https://reurl.cc/pW863Z , https://reurl.cc/AKXAj3 y https://reurl.cc/oem7Rq	264
Figura 158. Láminas de plata coloreadas. [Consultado el 8-12-2021]. Disponible en: https://reurl.cc/bke9ZM	265
Figura 159. Láminas de plata coloreadas con apariencia de mármol veteado. [Consultado el 15-12-2021]. Disponible en: https://shop.hakuza.com/merchandises?merchandise_category_ids%5B%5D=149	267
Figura 160. Láminas de latón. [Consultado el 17-12-2021]. Disponible en: https://reurl.cc/5GXvyq y https://reurl.cc/2D7Ykr	268
Figura 161. Pigmentos tradicionales de China. [Consultado el 24-2-2022]. Disponible en: https://www.ruten.com.tw/store/lq19820120/	269
Figura 162. Tamaño de las partículas según el fabricante Kissho. [Consultado el 24-2-2022]. Disponible en: https://www.art-	

maruni.com/products/detail.php?product_id=18636 y http://www.kissho-nihonga.co.jp/products/iwaenogu/	271
Figura 163. Templo Kinkaku-ji. [Consultado el 4-3-2022]. Disponible en: https://reurl.cc/12qgyV	278
Figura 164. Técnica tradicional de amasar el papel. [Consultado el 11-3-2022]. Disponible en: http://seika-nihonga.jugem.jp/?eid=944	280
Figura 165. Pasos para la fabricación artesanal del <i>washi</i> . [Consultado el 14-3-2022]. Disponible en: https://reurl.cc/e6bqLm , https://otaketesukiwashi.com/flow/ , https://shimayu.co.jp/madewashi/madetesukiwashi , http://www.awagami.or.jp/iroha/tool/index.html , https://genten-life.kuipo.co.jp/contents/360 y https://reurl.cc/Qjl05q	281
Figura 166. Equipo utilizado para la fabricación de papel. [Consultado el 14-3-2022]. Disponible en: http://www.awagami.or.jp/iroha/tool/index.html	285
Figura 167. <i>Kumohada mashi</i> . [Consultado el 16-3-2022]. Disponible en: https://reurl.cc/5GymnV	286
Figura 168. Papel <i>torinoko</i> . [Consultado el 16-3-2022]. Disponible en: https://art-design-glossary.musabi.ac.jp/torinoko-paper/	287
Figura 169. Los tipos de <i>kōzoshi</i> . [Consultado el 16-3-2022]. Disponible en: https://art-design-glossary.musabi.ac.jp/kozoshi-japanese-mulberry-paper/	288
Figura 170. Detalle de hilo de seda. [Consultado el 16-3-2022]. Disponible en: https://core.ac.uk/download/pdf/327693428.pdf	289
Figura 171. Detalle de la seda (1mm). [Consultado el 16-3-2022]. Disponible en: https://core.ac.uk/download/pdf/327693428.pdf	290
Figura 172. Tipos de seda. [Consultado el 16-3-2022]. Disponible en: https://www.sankichi.com/SHOP/2500020166130_x35.html	291
Figura 173. Seda forrada en bastidores. [Consultado el 24-4-2022]. Disponible en: http://www.kissho-nihonga.co.jp/products/paper/	291
Figura 174. Itō Jakuchū, <i>Flores</i> . “花卉図”, 1150 x 480 cm. [Consultado el 21-3-2022]. Disponible en: http://ricky4968.web.fc2.com/kimono/clips/jakuchu_ceiling.html y https://paradjanov.biz/jakuchu/colored/668/	292
Figura 175. Tawaraya Sōtatsu, <i>Elefante blanc</i> . “白象図”, cada panel: 182 × 122.5cm. [Consultado el 21-3-2022]. Disponible en: https://media.thisisgallery.com/works/sotatsu_09	293

Figura 176. Maruyama Ōkyo, Detalles de <i>Perro y asagao</i> . “朝顔狗子図”, cada panel: 168.3 × 81.4cm. [Consultado el 21-3-2022]. Disponible en: https://reurl.cc/mGOK0Y	294
Figura 177. Okamura Kasaburo, <i>Pez de norte</i> . “北冥の魚”, 215 × 1200 x 9 cm. [Consultado el 21-3-2022]. Disponible en: http://www.gallerykobayashi.jp/artists/okamura/	295
Figura 178. <i>Sanzenbon nikawa</i> . [Consultado el 1-4-2022]. Disponible en: https://reurl.cc/OpxbbD	296
Figura 179. Dos tipos de shika nikawa. [Consultado el 1-4-2022]. Disponible en: https://www.sankichi.com/SHOP/2500040111004.html y https://www.sankichi.com/SHOP/2500040110007.html	297
Figura 180. <i>Tsubu nikawa</i> . [Consultado el 2-4-2022]. Disponible en: https://reurl.cc/ZrYnZp	298
Figura 181. <i>Funori</i> . [Consultado el 2-4-2022]. Disponible en: https://reurl.cc/k7G5nK	298
Figura 182. <i>Tsuketate fude</i> . [Consultado el 3-4-2022]. Disponible en: https://reurl.cc/8W1Drb	301
Figura 183. Estructura de <i>tsuketate fude</i> . [Consultado el 3-4-2022]. Disponible en: https://reurl.cc/8W1Drb	301
Figura 184. <i>Sokumyō fude</i> . [Consultado el 3-4-2022]. Disponible en: https://seishindoabe.com/p/tokusei-sokumyo/	302
Figura 185. <i>Sakuyō fude</i> . [Consultado el 3-4-2022]. Disponible en: https://seishindoabe.com/p/sakuyo/	302
Figura 186. Estructura de <i>Sakuyō fude</i> . [Consultado el 3-4-2022]. Disponible en: https://reurl.cc/Vjy7pQ	303
Figura 187. <i>Saisiki fude</i> . [Consultado el 3-4-2022]. Disponible en: https://reurl.cc/Qj8abO	303
Figura 188. <i>Kumadori fude</i> . [Consultado el 5-4-2022]. Disponible en: https://seishindoabe.com/p/kumadori-fude/	304
Figura 189. <i>Mensō fude</i> . [Consultado el 5-4-2022]. Disponible en: https://reurl.cc/oeOYrj	305

Figura 190. <i>Hira fude</i> y <i>ebake</i> . [Consultado el 5-4-2022]. Disponible en: https://seishindoabe.com/category/hira-fude/ https://seishindoabe.com/category/hake/	305
Figura 191. <i>Renpitsu</i> . [Consultado el 7-4-2022]. Disponible en: https://reurl.cc/442N6X	306
Figura 192. Olla de barro. [Consultado el 21-4-2022]. Disponible en: https://reurl.cc/0pOVV9	307
Figura 193. <i>Shōfunori</i> . [Consultado el 21-4-2022]. Disponible en: https://reurl.cc/KbxKpg	307
Figura 194. Producción del engrudo. [Consultado el 22-4-2022]. Disponible en: http://www.washodo.com/sozai/nori/	308
Figura 195. Comparación sobre aplicación de solución de aglutinante y alumbre..	309
Figura 196. <i>Noribake</i> . [Consultado el 22-4-2022]. Disponible en: https://reurl.cc/M0Z1MX	311
Figura 197. Golpeando los lados de tablero.	312
Figura 198. <i>Tsugu nzebake</i> . [Consultado el 24-4-2022]. Disponible en: https://reurl.cc/M0Z1DK	312
Figura 199. Moliendo el pigmento con dedo.....	313
Figura 200. Mortero de cerámica. [Consultado el 24-4-2022]. Disponible en: https://reurl.cc/55onr7	313
Figura 201. Diagrama estructural de estudio de envejecimiento acelerado.....	315
Figura 202. Esquema de base.....	316
Figura 203. Pigmentos para ensayos.	317
Figura 204. Aglutinantes: cola de conejo y <i>sanzenbon nikawa</i>	318
Figura 205. Esquema de las capas de pigmentos de grupo a.....	309
Figura 206. Esquema de las capas de pigmentos de grupo b.....	319
Figura 207. Esquema de las capas de pigmentos de grupo c.....	319
Figura 208. Diagrama estructural del ensayo 1.	321
Figura 209. Esquema de base de grupo e.....	322

Figura 210. Diagrama estructural del ensayo 2.	324
Figura 211. Programmable Bench Top Constant Temp.&Humid. Chamber.....	325
Figura 212. Microscopio digital, Dino-Lite Plus AM313T.	325
Figura 213. Captura del programa de Dino-Lite.	326
Figura 214. Microscopio digital, Dino-Lite Edge AM4115FJT.....	326
Figura 215. Captura del programa de Dino-Lite.	327
Figura 216. Microscopio digital, Dino-Lite UV AM4115FVT.....	327
Figura 217. Captura del programa de Dino-Lite.	328
Figura 218. Espectrofotómetro SA-5500 de Nippon Denshoku.....	328
Figura 219. Captura del programa de Espectrofotómetro SA-5500 de Nippon Denshoku.....	329
Figura 220. Espacio de color CIELab. [Consultado el 10-5-2022]. Disponible en: https://reurl.cc/2ZW98m	329
Figura 221. Corte enrejado MIT-AT123.	331
Figura 222. Cámara de envejecimiento.	333
Figura 223. Gráfico de línea de los cambios de ΔE^* de las muestras después del envejecimiento mediante radiación UV.....	338
Figura 224. Gráfico de línea de los cambios de ΔE^* de las muestras del grupo a después de envejecimiento.	344
Figura 225. Gráfico de línea de los cambios de ΔE^* de las muestras del grupo b después de envejecimiento	352
Figura 226. Gráfico de línea de los cambios de ΔE^* de las muestras del grupo c después de envejecimiento.	357
Figura 227. Prueba de adhesión.....	371
Figura 228. Grietas después de envejecimiento.....	372
Figura 229. Variación cromática.	373
Figura 230. Pigmentos <i>akacha</i>	374
Figura 231. Pigmentos <i>shunmatsu</i>	375

Figura 232. Pigmentos <i>yamabuki</i>	375
Figura 233. Pigmentos <i>aokuchi souroku</i>	376
Figura 234. Pigmentos <i>akacha</i>	376
Figura 235. Pigmentos <i>shunmatsu</i>	377
Figura 236. Pigmentos <i>yamabuki</i>	377
Figura 237. Pigmentos <i>aokuchi souroku</i>	378
Figura 238. Sistema de clasificación de Pekín Tianya.	386
Figura 239. Diferencia de los pigmentos <i>aokuchi souroku</i>	387
Figura. 240. Analizador XRF portátil DELTA.	387
Figura 241. Pigmentos de Kremer.	391
Figura. 242. Pigmentos hechos de malaquita mezclados con aglutinante <i>sanzenbon nikawa</i>	392
Figura 243. Estructura entre partículas minerales y aglutinante.....	396
Figura 244. Relación entre la luz y la pintura al óleo y nihonga. [Consultado el 23-5-2022]. Disponible en: WANG, Xiong Fei y YU, Lu Kui, <i>Manual de color mineral. 礦物色使用手冊</i> . People's fine arts publishing house, Pekín, 2013, p. 39.	396
Figura 245. Prueba de escala cromática y partículas.....	397
Figura 246. Prueba de mezcla de partículas distintas.....	398
Figura 247. Prueba de la mezcla de pigmentos.	401
Figura 248. Pigmento <i>gunroku</i>	405
Figura 249. Pigmentos elegidos con tonos similares.....	405
Figura 250. Obra realizada con pigmentos minerales naturales.	406
Figura 251. Obra realizada con pigmentos <i>shin-iwa</i>	407
Figura 252. Obra realizada con pigmentos <i>shuihi</i>	407
Figura 253. Pigmentos aplicados en soporte metálicos.	408
Figura 254. Pigmentos aplicados en los dos tipos de hoja de vidrio.	409

Figura 255. Caída de los pigmentos.....	410
Figura 256. Técnica del impasto.....	411
Figura 257. Wan Ting Yang, <i>Memoria de la ciudad.</i> , 20 x 40 cm.	411
Figura 258. Wan Ting Yang, <i>Impresión de la ciudad</i> , 50 x 60 cm.	412
Figura 259. Collage.....	412
Figura 260. Hakuta Yoshuya, <i>Signs of spring</i> , 117 x 117 cm. [Consultado el 25-5-2022]. Disponible en: https://arterperor.tw/artworks/22337	413
Figura 261. Técnica del goteado.	414
Figura 262. Chang Chen Wen, <i>Llama blanca</i> , 33.3 x 24.2 cm. [Consultado el 25-5-2022]. Disponible en: http://www.xuexuecolors.org.tw/collection.php?opt=1&paint=4833	414
Figura 263. Técnica de flujo.....	405
Figura 264. Chen Pei Yi, <i>La noche</i> , 27 x 35 cm. [Consultado el 25-5-2022]. Disponible en: https://reurl.cc/VDYVvKR	416
Figura 265. Degradado de tinta. [Consultado el 25-5-2022]. Disponible en: https://reurl.cc/3oM3Wl	417
Figura 266. Yang Wan Ting, <i>Sobre vista y fue visto II</i> , 120 x 60 cm.	417
Figura 267. Yang Wan Ting, <i>Sobre vista y fue visto I</i> , 190 x 120 cm.	418
Figura 268. Técnica de fondo multicolor.....	419
Figura 269. Colores raspados.....	419
Figura 270. Técnica del estarcido.....	420
Figura 271. <i>Kirifuki</i> . [Consultado el 27-5-2022]. Disponible en: https://webshop.sekaido.co.jp/product/A000664	420
Figura 272. Mezcla de colores.....	421
Figura 273. Akira Kugimachi, <i>Paisaje marino: orilla roja</i> , 53 x 41 cm. [Consultado el 27-5-2022]. Disponible en: https://reurl.cc/e3kzQb	421
Figura 274. Técnica del papel amasado.....	422

Figura 275. Hiroshi Senju, <i>At world's end</i> , 145,6 x 97 cm. [Consultado el 27-5-2022]. Disponible en: https://www.sundaramtagore.com/ct/yi-shu-jia/hiroshi-senju-qian-zhu-bo/jing-xuan-zuo-pin#3	422
Figura 276. Técnica del lavado.....	423
Figura 277. Kao Yung Lung, <i>Sonido de la noche</i> , 62 x 70 cm. [Consultado el 27-5-2022]. Disponible en: KAO, Yung Lung, <i>Ir a la deriva: Discurso creativo sobre las pinturas de colores intensos de Kao Yung Lung</i> . Tesis doctoral dirigido por los profesores Lin Chang De y Zhan Qian Yu, Facultad de Bellas Artes, Universidad Nacional Normal de Taiwán, Taipéi, 2012, p. 238.....	423
Figura 278. Yang Wan Ting, <i>Ciudad geométrica</i> , 30 x 30.5 cm.	424
Figura 279. <i>Kirikane</i>	424
Figura 280. Cortando el pan de oro con la herramienta de bambú. [Consultado el 27-5-2022]. Disponible en: https://kanaryoshi.com/945/	425
Figura 281. Pan de oro cortado en cuadrados. [Consultado el 27-5-2022]. Disponible en: https://kanaryoshi.com/945/	425
Figura 282. Técnica <i>kirikane</i> . [Consultado el 27-5-2022]. Disponible en: https://www.shunpuan.jp/school/kirigane/	425
Figura 283. Hidetoshi Namiko, <i>Oración de conexión de hierba de reloj</i> , 12.5 x 12.5 cm. [Consultado el 27-5-2022]. Disponible en: https://eginu.com/artists/namikihidetoshi/	426
Figura 284. Dorado con láminas metálicas.....	426
Figura 285. Yang Wan Ting, <i>Submarino</i> , 53 x 53.....	427
Figura 286. Efecto de pan de plata quemada con el azufre.	427
Figura 287. Ogata Kōrin, <i>Flores de ciruela roja y blanca</i> . “紅白梅図屏風”, cada panel: 156 × 172.2 cm. [Consultado el 27-5-2022]. Disponible en: https://reurl.cc/0pWvLk	428
Figura 288. Técnica de impasto combinada con dorado.....	428
Figura 289. Detalle de la obra <i>Carnada</i> (véase fig. 290). [Consultado el 27-5-2022]. Disponible en: https://reurl.cc/d2andk	428
Figura 290. Chen Pei Yi, <i>Carnada</i> , 41 x 18.5 cm. [Consultado el 27-5-2022]. Disponible en: https://reurl.cc/d2andk	429

Figura 291. Técnica de lámina metálica rota.	429
Figura 292. Koji Matsumura, <i>Más y más</i> . “どんど”, 60.5 x 50 cm. [Consultado el 27-5-2022]. Disponible en: https://reurl.cc/VDWMXQ	430
Figura 293. Preparación del modelo. [Consultado el 27-5-2022]. Disponible en: https://reurl.cc/d2ay2M y https://reurl.cc/1ZObZD	430
Figura 294. Koji Matsumura, <i>Peonía de primavera</i> . “春牡丹”, 53 x 45.5 cm. [Consultado el 27-5-2022]. Disponible en: https://eginu.com/artists/matsumurakoji/	431
Figura 295. Tamices del pan de oro. [Consultado el 28-5-2022]. Disponible en: https://reurl.cc/1ZObvV	432
Figura 296. Tamaños de malla. [Consultado el 28-5-2022]. Disponible en: https://reurl.cc/1ZObvV	432
Figura 297. Koji Matsumura, <i>Canola</i> . “芥子花”, desconocido. [Consultado el 28-5-2022]. Disponible en: https://www.artagenda.jp/exhibition/detail/6465	433
Figura 298. Esmaltes de uñas hecho con pigmento <i>gofun</i> . [Consultado el 23-6-2022]. Disponible en: https://www.gofun-nail.com/	483
Figura 299. Esmaltes de uñas hecho con pigmento <i>gofun</i> . [Consultado el 23-6-2022]. Disponible en: https://www.gofun-nail.com/	483
Figura 300. Esmalte de uñas ecológico. [Consultado el 23-6-2022]. Disponible en: https://livejapan.com/zh-tw/article-a2000583/	483
Figura 301. Procedimiento de fabricación de un reloj aplicando pigmentos minerales. [Consultado el 23-6-2022]. Disponible en: https://www.cbrain.co.jp/?tid=9&mode=f2	483
Figura 302. Pigmentos minerales fabricados por el Sr. Tasi Chi Yuan.	491
Figura 303. Pigmentos minerales fabricados por el Sr. Tasi Chi Yuan.	491
Figura 304. Colección de minerales del Sr. Tasi Chi Yuan	492
Figura 305. Corales y pigmentos hechos con corales.	492
Figura 306. Eliminación de impurezas de azurita.	493

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Colores de las cerámicas.....	32
Tabla 2. Resultado del análisis de los pigmentos de las Grutas Mogao en Dunhuang. [Consultado el 8-1-2022]. Disponible en: LI, Zui Xiong, <i>Protección de los murales y esculturas de las Cuevas de la Ruta de la Seda. 絲綢之路石窟壁畫彩塑保護</i> . China Science Publishing, Pekín, 2005, p. 36-57.	54
Tabla 3. Tamaño de partícula de pigmento mineral y el nombre de la edad correspondiente. [Consultado el 8-1-2022]. Disponible en: https://www.jstage.jst.go.jp/article/kakyoshi/61/8/61_KJ00008826294/_pdf	73
Tabla 4. Diferencias entre pigmentos minerales y materias colorantes.	91
Tabla 5. Propiedades de los minerales.....	112
Tabla 6. Propiedades de los minerales.....	135
Tabla 7. Propiedades de los minerales.....	145
Tabla 8. Propiedades de los minerales.....	165
Tabla 9. Propiedades de los minerales.....	170
Tabla 10. Propiedades de los minerales.....	177
Tabla 11. Propiedades de los minerales.....	191
Tabla 12. Producción de los colores en el libro <i>Explotación de las obras de la naturaleza</i>	223
Tabla 13. Dificultad de separación según la densidad. Disponible en: ZHANG, Zhi Min, <i>Tecnología de beneficio por gravedad. 重力選礦技術</i> . Metallurgical Industry Press, Pekín, 2013, p.1.....	245
Tabla 14. Comparación de pigmentos minerales aplicando la teoría de separación por gravedad.	246
Tabla 15. Relación entre la forma de las partículas de un mineral y el factor de esfericidad. Disponible en: ZHANG, Zhi Min, <i>Tecnología de beneficio por gravedad. 重力選礦技術</i> . Metallurgical Industry Press, Pekín, 2013, p. 13.....	250
Tabla 16. Comparación de técnica <i>ensuke</i> y <i>tachikiri</i>	262

Tabla 17. Numeración del tamaño de las partículas de pigmento y su magnitud, según el fabricante Nakagawa Gofun Enogu. [Consultado el 24-2-2022]. Disponible en: https://www.jstage.jst.go.jp/article/shikizai1937/75/8/75_401/_pdf/-char/ja	270
Tabla 18. Numeración de partículas de pigmento y su magnitud correspondiente según el fabricante Chi Yuan Tang. Disponible en: TSAI, Chi Yuan, <i>Investigación sobre la evolución y el uso de pigmentos minerales tomando como ejemplo pintura Nihonga</i> . TFM dirigido por la profesora Tsuei Yung Shiue y Hu Jr Jia. Facultad de historia y artefacto, Universidad de Feng Chia, Taichung, 2017, p. 116.	272
Tabla 19. Tipos de pan de oro japoneses.....	275
Tabla 20. Medidas usuales de cuadros de Japón.	320
Tabla 21. Sistema de refuerzo por bastidor.....	311
Tabla 22. Código de ensayo 1.	320
Tabla 23. Código de ensayo 2.	323
Table 24. Comparación de valor de las diferencias de color y la capacidad de reconocimiento de ojo humano.....	330
Table 25. Clasificación de resultado de las muestras. [Consultado el 15-5-2022]. Disponible en: https://reurl.cc/2ZjabO y https://reurl.cc/QL299	331
Tabla 26. Superficie de las muestras antes y después de envejecimiento de radiación UV obtenidas mediante microscopio óptico Dino-Lite Plus AM313T.....	335
Tabla 27. Superficie de las muestras antes y después del envejecimiento de radiación UV, mediante el microscopio digital Dino-Lite Edge AM4115FJT.	335
Tabla 28. Superficie de las muestras antes y después del envejecimiento de radiación UV, mediante el microscopio digital Dino-Lite UV AM4115FVT.	336
Tabla 29. Superficie de grupo a. antes y después del envejecimiento mediante el microscopio óptico Dino-Lite Plus AM313T.	341
Tabla 30. Superficie de grupo a, antes y después del envejecimiento mediante del microscopio digital, Dino-Lite Edge AM4115FJT.	342
Tabla 31. Superficie de grupo a, antes y después del envejecimiento mediante del microscopio digital, Dino-Lite UV AM4115FVT.	343
Tabla 32. Superficie de grupo b, antes y después del envejecimiento mediante del microscopio óptico Dino-Lite Plus AM313T	347

Tabla 33. Superficie de grupo b, antes y después del envejecimiento mediante del microscopio digital, Dino-Lite Edge AM4115FJT.	348
Tabla 34. Superficie de grupo b, antes y después del envejecimiento mediante del microscopio digital, Dino-Lite UV AM4115FVT.	349
Tabla 35. Superficie de grupo c, antes y después del envejecimiento del microscopio óptico Dino-Lite Plus AM313T.	354
Tabla 36. Superficie de grupo c, antes y después de envejecimiento mediante del microscopio digital, Dino-Lite Edge AM4115FJT.	355
Tabla 37. Superficie de grupo c, antes y después del envejecimiento mediante del microscopio digital, Dino-Lite UV AM4115FVT.	356
Tabla 38. Superficie de grupo d, prueba de la adhesión.	360
Tabla 39. Superficie de grupo e, antes y después de envejecimiento mediante del microscopio óptico Dino-Lite Plus AM313T.	361
Tabla 40. Superficie de grupo e, antes y después de envejecimiento mediante del microscopio digital, Dino-Lite Edge AM4115FJT.	362
Tabla 41. Superficie de grupo e, antes y después del envejecimiento mediante del microscopio digital, Dino-Lite UV AM4115FVT.	363
Tabla 42. Superficie de grupo e, prueba de la adhesión.	365
Tabla 43. Superficie de grupo f, antes y después del envejecimiento mediante del microscopio óptico Dino-Lite Plus AM313T.	366
Tabla 44. Superficie de grupo f, antes y después del envejecimiento mediante del microscopio digital, Dino-Lite Edge AM4115FJT.	367
Tabla 45. Superficie de grupo f, antes y después del envejecimiento mediante del microscopio digital, Dino-Lite UV AM4115FVT.	368
Tabla 46. Superficie de grupo f, prueba de la adhesión.	369
Tabla 47. Superficie de los pigmentos <i>akacha</i> observada mediante del microscopio óptico.	378
Tabla 48. Superficie de los pigmentos <i>shiunmatsu</i> observada mediante del microscopio óptico.	380
Tabla 49. Superficie de los pigmentos <i>yamabuki</i> observada mediante del microscopio óptico.	382

Tabla 50. Superficie de los pigmentos <i>aokuchi souroku</i> observada mediante del microscopio óptico.	384
Tabla 51. Componentes de los pigmentos <i>akacha</i>	388
Tabla 52. Componentes de los pigmentos <i>shunmatsu</i>	388
Tabla 53. Componentes de los pigmentos <i>yamabuki</i>	388
Tabla 54. Componentes de los pigmentos <i>aokuchi souroku</i>	389
Tabla 55. Superficie de los pigmentos hechos de malaquita observada mediante del microscopio óptico.	392
Tabla 56. Componentes de los pigmentos.	393
Tabla 57. Superficie de la mezcla de <i>aokuchi souroku</i> y <i>yamabuki</i> observada mediante del microscopio óptico.	399
Tabla 58. Superficie de la mezcla de <i>shunmatsu</i> y <i>akacha</i> observada mediante del microscopio óptico.	400
Tabla 59. Superficie de mezcla de los pigmentos observada mediante del microscopio óptico, fila 1.	401
Tabla 60. Superficie de mezcla de los pigmentos observada mediante del microscopio óptico, fila 2.	403

ANEXOS.

Nuevos horizontes para la técnica nihonga.

Productos creados por el fabricante Ueba Esou:



Fig. 298. Esmaltes de uñas hecho con pigmento *gofun*.



Fig. 299. Esmaltes de uñas hecho con pigmento *gofun*.



Fig. 300. Esmalte de uñas ecológico.

Procedimiento de fabricación del reloj de la serie *hana mokko* (en japonés, はなもっこ) del fabricante C-Brain:



a. Mezcla de pigmento y aglutinante.



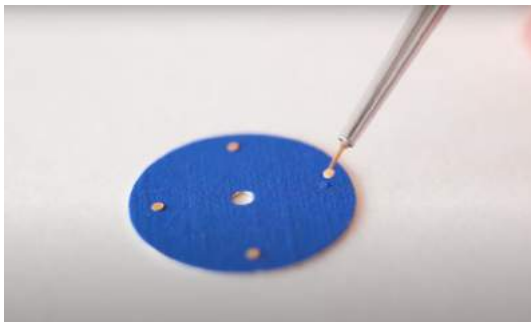
b. Preparación del papel *washi tosa tengujo*.



c. Aplicación de color.



d. Preparación del pan de oro.



e. Adhesión del pan de oro con pincel.



f. Elaboración de las agujas.



g. Resultado.



h. Reloj pintado con azurita.

Fig. 301. Procedimiento de fabricación de un reloj aplicando pigmentos minerales.

Directorio de fabricantes y proveedores de pigmentos nihonga.

En este apéndice se recopilan los datos correspondientes a los fabricantes y proveedores de pigmentos y materiales de nihonga, para facilitar el camino a quienes se interesen por investigaciones específicas que pudieran estar relacionadas.

Nakagawa Gofun Enogu ナカガワ胡粉絵具株式会社.

Dirección: 24 Todoukeyama, Uji-shi, Kyoto-fu, Japan, 611-0013. / 〒611-0013 京都府宇治市菟道池山 24 番地.

Teléfono: +81 774 23 2266.

Página web: <http://nakagawa-gofun.co.jp/index.html>

Kissho Japanese Art Materials 日本画材料吉祥.

Dirección: 5-2, Nishikujo Toyoda-cho, Minami-ku, Kyoto-fu, Japan, 601-8448. / 〒601-8448 京都府京都市南区豊田町 5-2.

Teléfono: +81 075 672 4532.

Página web: <http://www.kissho-nihonga.co.jp/>

Sankichi 絵具屋三吉.

Dirección: 1-4-12, Furumachi, Naka-ku, Yokohama-shi, Japan, Kanagawa, 231-0032. / 〒231-0032 神奈川県横浜市中区不老町 1-4-12.

Teléfono: +81 045 641 9318.

Página web: <https://www.sankichi.com/>

Kiya 喜屋.

Dirección: 3-44-8, Yushima, Bunkyo-ku, Tokyo, Japan, 113-0034. / 〒113-0034 東京都文京区湯島 3-44-8.

Teléfono: +81 033 831 8688.

Página web: <https://kiya.ehoh.net/>

Houkoudou 放光堂.

Dirección: Nijo Karasuma, Chukyo-ku, Kyoto-shi, Kyoto, Japan, 604-0847. / 〒604-0847 京都府京都市中京区烏丸二条下.

Teléfono: +81 075 231 0817.

Página web: no consta.

Saiun-do 彩雲堂.

Dirección: 552, Higashiiri, Anekoji, Fuya-cho, Chukyo-ku, Kyoto, Japan, 604-8092.

/ 〒604-8092 京都市中京区姉小路麩屋町東入姉大東町 552.

Teléfono: +81 075 221 2426.

Página web: <https://kyoto-irodoru.com/nakagyo/saiundo.html>

Pigment Tokyo.

Dirección: 552, Higashiiri, Anekoji, Fuya-cho, Chukyo-ku, Kyoto, Japan, 604-8092.

/ 〒140-0002 東京都品川区東品川 2-5-5.

Teléfono: +81 035 781 9550.

Página web: <https://pigment.tokyo/>

Ueba Esou 上羽繪惣.

Dirección: 579, Takatsujishita Le Lantern Town, Higashi-dongin-dori, Shimokyo-ku, Kyoto, Japon, 600-8401. / 〒600-8401 京都市下京区東洞院通高辻下ル燈籠町 579.

Teléfono: +81 075 351 0693.

Página web: <https://www.ueba.co.jp/product2>

Tokuouken 得應軒.

Dirección: 1-1-22 Tananaka, Taito-ku, Tokyo, Japon, 110-0001. / 〒110-0001 東京都台東区谷中 1-1-22.

Teléfono: +81 033 823 4116.

Página web: <https://www.tokuouken.co.jp/>

Tanseido 丹青堂.

Dirección: 1-6-12 Namba, Chuo-ku, Osaka-shi, Osaka, Japon, 542-0076 / 〒542-0076 大阪府大阪府中央区難波 1 丁目 6-12.

Teléfono: +81 066 211 0721.

Página web: <http://www.tanseido.jp/original.html>

Hakuza 箔座.

Dirección: 1-30-4 Moriyama, Kanazawa City, Ishikawa Prefecture 920-0843 / 〒920-0843 石川県金沢市森山 1 丁目 1-30-4.

Teléfono: +81 012 098 3505.

Página web: <https://www.hakuza.com/>

Chi Yuan Tang 啟源堂.

Dirección: No. 29, Ln. 63, Dazhuang Rd., Xiangshan Dist., Hsinchu City 30093,
Taiwan (R.O.C.) / 30093 臺灣新竹市香山區大庄路 64 巷 29 號.

Teléfono: +886 935 157 300.

Página web: <https://reurl.cc/DyQKLm>

Pekín Tianya 北京岩彩天雅藝術中心.

Dirección: 22nd Floor, 11th Floor, Fangguyuan Second District, Fangzhuang,
Fengtai District, 100078, Pekín, China. / 100078 北京豐台區方庄芳古園二區 11 樓
22 層.

Teléfono: +86 010 87638595.

Página web: <https://bjtianya.taobao.com/>

Entrevista realizada con el fundador de la fábrica taiwanesa de pigmentos nihonga Chi Yuan Tang.

Fecha: el 27 de febrero de 2020.

Lugar: estudio de Chi Yuan, Hsinchu, Taiwán.

Interlocutor: TSAI, CHI-YUAN.

Resumen:

En un principio tenía programado ir a Japón a finales de febrero del presente año para visitar el Pigment Lab, Tokouken y Tanseido, tres tiendas de materiales de nihonga que fabrican pigmentos minerales en Toyko, y a realizar investigaciones sobre pigmentos minerales. Además de una visita al Departamento de nihonga de la Universidad de Tara Art. Pero con el brote del COVID-19 en Tokyo, me vi obligada a posponer todo el viaje de investigación. Además de planificar una visita a Japón, también planeé un itinerario de entrevistas sobre pigmentos minerales en Taiwán. En la actualidad, el experto Tsai Chi Yuan es el único especializado en la investigación sobre la producción de pigmentos minerales en Taiwán, por lo que establecí una entrevista con él.

1. ¿Por qué invirtió su tiempo en la producción de pigmentos minerales?

Tsai: en la actualidad, los pigmentos minerales en Taiwán se importan principalmente desde Japón y son caros. Esto se ha convertido en el mayor obstáculo para que muchos estudiantes opten por especializarse en la pintura nihonga. Esta situación es bastante desfavorable para la promoción de nihonga en Taiwán. Sin embargo, todos mis esfuerzos los hago para mejorar la calidad y la eficiencia, y para poder reducir el precio de los pigmentos minerales, a fin de reducir la carga financiera de los pintores o proporcionar algunos conceptos básicos para las personas que estén interesadas en hacer pigmentos minerales por sí mismos. Además de activar la producción de pigmentos minerales taiwaneses, también puede animar a más personas a aprender Nihonga, y eso es a lo que espero poder contribuir.

2. ¿En qué año empezaste a hacer pigmentos minerales?

Tsai: en el verano de 2010, participé en el taller de nihonga patrocinado por el Departamento de Bellas Artes de la Universidad de Tunghai. Entre ellos, el profesor Kao Yung Lung enseñó la producción de pigmentos minerales en el curso, lo que despertó mí un gran interés en esa materia y además el profesor Kao Yung

Lung, quien es mi maestro de iluminación, despertó también mi curiosidad. Una vez finalizado el curso, comencé a comprar minerales, maquinarias y a investigar el proceso de las producciones.

3. ¿Cuál es la mayor dificultad para hacer pinturas hasta ahora?

Tsai: desde el principio, me topé con obstáculos en todas partes y encontré dificultades y frustraciones, incluyendo el desperdicio de material, de tiempo y mi energía. Sólo encontraba problemas en cada enlace del proceso. Por ejemplo, en la eliminación de impurezas de los minerales, porque todo tipo de mineral, o el mismo tipo de mineral, tienen diferentes factores ambientales en el área minera, y a menudo hay diferentes impurezas contenidas en el mineral, lo que dificulta mucho la eliminación de estas. Traté de corregir los problemas generados durante el proceso de producción, buscando respuestas en libros antiguos, y luego agregué los resultados de estos procedimientos investigados a mi proceso de producción. Finalmente, pude hacer que todo el proceso de producción fluyera sin problema, y los resultados cumplieron con las expectativas.

4. ¿Dónde está su principal fuente de exposición mineral?

Tsai: Exposiciones de minerales, como la Exposición Internacional de Minerales y Gemas de China (Hunan) y JOGS Tucson Gem And Jewelry Show.

5. ¿Qué tipo de mineral es el más difícil de procesar?

Tsai: los minerales de alta dureza, a veces veo algunos minerales que no han sido pigmentados en la exposición de minerales, y quiero intentar usarlos para hacer pigmentos, pero a veces la dureza es demasiado alta, provocando un grave desgaste de la máquina.

6. ¿La escasez de minerales se convertirá en un problema para la fabricación de pigmentos en el futuro?

Tsai: en mi opinión, estos no serán un problema, porque el mundo es muy grande, las minas en muchos lugares no se han desarrollado y los minerales son más baratos de lo esperado.

7. Continuando con la pregunta anterior, los minerales son más baratos de lo imaginado, pero ¿por qué los precios de los pigmentos minerales son tan altos?

Tsai: el alto precio se debe principalmente al proceso de producción de los pigmentos minerales. Los requisitos para la calidad de los pigmentos minerales son separar las partículas del mineral y eliminar las impurezas, estos dos factores alcanzan una proporción de tres cuartos

8. Según su observación, ¿por qué los pigmentos minerales en nihonga, hay que clasificarlos en niveles de tamaños de partículas en un intervalo numérico del número 6 al 13?

Tsai: en el proceso de lavado de impurezas, estos números de color en realidad se separan de forma natural, lo cual es un resultado incontrolable. Anteriormente les pregunté a los usuarios de pigmentos minerales a través de cuestionarios, y finalmente descubrí que el uso preferido oscila entre los números 9, 10, 11 y 12 alcanzando un 60% de usuarios. Si se agregan el número 13 y el blanco, se llega hasta el 75% de usuarios.

9. ¿Cuál es tu opinión sobre la pintura artificial?

Tsai: bajo la competencia de los productos de la industria química moderna, el espacio vital de los pigmentos naturales se ha vuelto cada vez más pequeño, y muchos han sido reemplazados y han desaparecido. Sin embargo, la tendencia es difícil de cambiar, y la existencia o desaparición de cualquier cosa debe tener su razón. Pero para las personas que fabrican o usan pigmentos, la ventaja de los pigmentos naturales radica en su textura y calidad, que no puede ser reemplazada por pigmentos artificiales. Los pigmentos artificiales también tienen ventajas que los pigmentos naturales no pueden lograr dado que tienen muchos tonos, una calidad controlable y precios bajos. Estas son las razones por las que se han convertido en la elección principal. Pero una de sus deficiencias más graves es la toxicidad y la contaminación.

10. ¿Cuáles son los problemas actuales que enfrenta el desarrollo de pigmentos minerales en Taiwán?

Tsai: en la actualidad, hay muy pocas personas en Taiwán que fabriquen pigmentos minerales, y los pintores a menudo prefieren usar pigmentos minerales japoneses. Por lo tanto, por ejemplo, la impresión de calidad de los pigmentos minerales que produzco a menudo proviene de las opiniones de profesores, artistas y amigos y la imagen de mi marca. No hay mucha gente que realmente verifique la calidad de las pinturas de Japón y de Taiwán. Por lo tanto, el

reconocimiento de la calidad de los pigmentos requerirá inevitablemente un largo período de trabajo duro. Es absolutamente imposible lograr esto de forma instantánea, y sólo se puede cumplir con el nivel de calidad y el tiempo de verificación.



Fig. 302. Pigmentos minerales fabricados por el Sr. Tasi Chi Yuan.



Fig. 303. Pigmentos minerales fabricados por el Sr. Tasi Chi Yuan.



Fig. 304. Colección de minerales del Sr. Tasi Chi Yuan.



Fig. 305. Corales y pigmentos hechos con corales.



Fig. 306. Eliminación de impurezas de azurita.