



ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA  
SECCIÓN DE NÁUTICA, MÁQUINAS Y RADIOELECTRÓNICA NAVAL

Curso 2018-2019

Trabajo Fin de Grado

# Pinturas y sus aplicaciones en el ámbito marítimo

GRADO EN TECNOLOGÍAS MARINAS

**Alumna:** Branka Vasic Stanisavljevic

**Director:** Beatriz Añorbe Díaz

Marzo 2019

Santa Cruz de Tenerife



## **Autorización del tutor**

Beatriz Añorbe Díaz, Profesora Titular de Universidad perteneciente al Departamento de Química Orgánica de la Universidad de La Laguna, hace constar que:

Branka Vasic Stanisavljevic ha realizado bajo mi dirección el trabajo de fin de grado titulado: *Pinturas y sus aplicaciones en el ámbito marítimo*

Revisado dicho trabajo, estimo que reúne los requisitos para ser juzgado por el tribunal que le sea designado.

Para que conste a los efectos oportunos, firmo el presente documento en Santa Cruz de Tenerife, a 12 de marzo de 2019

Fdo: Beatriz Añorbe Díaz

-Tutora del trabajo-



# Índice

I. Resumen .....	11
II. Abstract.....	13
III. Acrónimos .....	15
IV. Introducción a las pinturas .....	17
1. Clasificación.....	21
1.1. Clasificación según su aplicación .....	21
1.2. Clasificación según el número de capas a aplicar .....	22
1.3. Clasificación según el grado de emanación de compuestos volátiles .....	22
1.4. Clasificación según el número de componentes.....	23
1.5. Clasificación según la resina base .....	24
1.6. Clasificación según el modo de secado .....	24
2. Materias primas .....	25
2.1. Los pigmentos .....	25
2.1.1. Pigmentos blancos cubrientes .....	26
2.1.2. Pigmentos coloreados.....	27
2.1.3. Colores negros .....	28
2.1.4. Bronces metálicos .....	28
2.2. Vehículos fijos.....	29
2.2.1. Resinas naturales.....	30
2.2.2. Resinas artificiales.....	31
2.3. Vehículos volátiles o disolventes.....	33
2.4. Agentes auxiliares.....	35
3. Fabricación de la pintura .....	37
V. Las pinturas en el ámbito marítimo .....	41
4. Clases de cascos de los buques .....	42
4.1. Cascos de madera .....	42
4.2. Cascos de acero.....	44
4.3. Cascos de aluminio .....	45
4.4. Cascos de fibra de vidrio .....	46
5. Pinturas <i>antifouling</i> y anticorrosivas.....	47
5.1. Incrustación .....	47
5.2. Pinturas <i>antifouling</i> .....	48

5.2.1. Con biocidas.....	48
5.2.2. Sin biocidas .....	50
5.3. Corrosión .....	51
5.4. Pintura anticorrosiva .....	52
<b>6. Pinturas más utilizadas a bordo.....</b>	<b>53</b>
<b>Parte I.....</b>	<b>53</b>
6.1. Pinturas al temple.....	53
6.2. Pinturas a la cal .....	53
6.3. Pinturas plásticas.....	54
6.4. Pinturas al clorocaucho .....	54
6.5. Pinturas al aceite .....	54
6.6. Pinturas bituminosas.....	55
6.7. Pinturas epoxi .....	55
6.8. Pinturas brea-epoxi.....	55
6.9. Pinturas nitrocelulósicas .....	56
6.10. Pinturas zinc silicato .....	56
6.11. Pinturas de aluminio .....	56
6.12. Pinturas ignífugas.....	57
6.13. Pinturas antigoteras .....	58
<b>Parte II .....</b>	<b>58</b>
6.14. Pintura Hempadur Mastic 45880.....	58
6.15. Hempel Polyenamel 55102.....	59
6.16. Hempadur Quattro 17634 .....	59
6.17. Hempel Mille Dynamic .....	60
6.18. Hempadur 15570 .....	60
6.19. Hempel Primer Undercoat 13201 .....	60
6.20. Hempadur Spray-guard 35490 .....	61
6.21. Hempel Underwater Primer 26030.....	61
6.22. Hempel boat varnish .....	61
6.23. Hempel Dura Gloss Varnish 02020.....	62
6.24. Hempawood fondo protector 01500.....	62
<b>7. Preparación de la pintura y la superficie a pintar .....</b>	<b>63</b>
<b>8. Aplicación de pintura, equipos y EPIS.....</b>	<b>69</b>
8.1. Pulverización.....	70
8.2. Método manual.....	72
<b>9. Código de colores en el buque .....</b>	<b>75</b>
<b>10. Defectos de la pintura .....</b>	<b>79</b>

<b>11. Repercusiones en salud, medio ambiente y seguridad .....</b>	<b>85</b>
<b>VI. Conclusión .....</b>	<b>89</b>
<b>VII. Bibliografía .....</b>	<b>91</b>
<b>Anexo I Esquema de aplicación de la pintura .....</b>	<b>93</b>
<b>Anexo II Tabla de comparación de tipos de pinturas .....</b>	<b>94</b>





# Índice de ilustraciones

<i>Ilustración 1: Arte prehistórico. Fuente: <a href="https://uk.images.search.yahoo.com/search/images">https://uk.images.search.yahoo.com/search/images</a></i>	18
<i>Ilustración 2: Los pigmentos. Fuente: <a href="https://uk.images.search.yahoo.com/search/images">https://uk.images.search.yahoo.com/search/images</a></i>	26
<i>Ilustración 3: Ambar. Fuente: <a href="https://uk.images.search.yahoo.com/search/images">https://uk.images.search.yahoo.com/search/images</a></i>	30
<i>Ilustración 4: Resina de urea. Fuente: <a href="https://uk.images.search.yahoo.com/search/images">https://uk.images.search.yahoo.com/search/images</a></i>	32
<i>Ilustración 5: Cowles. Fuente: <a href="https://uk.images.search.yahoo.com/search/images">https://uk.images.search.yahoo.com/search/images</a></i>	39
<i>Ilustración 6: Molino de bolas. Fuente: <a href="https://uk.images.search.yahoo.com/search/images">https://uk.images.search.yahoo.com/search/images</a></i>	40
<i>Ilustración 7: Casco de madera. Fuente: <a href="https://uk.images.search.yahoo.com/search/images">https://uk.images.search.yahoo.com/search/images</a></i>	43
<i>Ilustración 8: Casco de acero. Fuente: <a href="https://uk.images.search.yahoo.com/search/images">https://uk.images.search.yahoo.com/search/images</a></i>	44
<i>Ilustración 9: Casco de aluminio. Fuente: <a href="https://uk.images.search.yahoo.com/search/images">https://uk.images.search.yahoo.com/search/images</a></i>	45
<i>Ilustración 10: Casco de fibra de vidrio. Fuente: <a href="https://uk.images.search.yahoo.com/search/images">https://uk.images.search.yahoo.com/search/images</a></i>	46
<i>Ilustración 11: Incrustación en el casco. Fuente: <a href="https://uk.images.search.yahoo.com/search/images">https://uk.images.search.yahoo.com/search/images</a></i>	47
<i>Ilustración 12: Ejemplo de corrosión de casco. Fuente: <a href="https://uk.images.search.yahoo.com/search/images">https://uk.images.search.yahoo.com/search/images</a></i>	52
<i>Ilustración 13: Chorro de arena. Fuente: <a href="https://uk.images.search.yahoo.com/search/images">https://uk.images.search.yahoo.com/search/images</a></i>	63
<i>Ilustración 14: Lijadora orbital. Fuente: <a href="https://uk.images.search.yahoo.com/search/images">https://uk.images.search.yahoo.com/search/images</a></i>	64
<i>Ilustración 15: Varadero. Fuente: <a href="https://uk.images.search.yahoo.com/search/images">https://uk.images.search.yahoo.com/search/images</a></i>	65
<i>Ilustración 16: Dique seco. Fuente: <a href="https://uk.images.search.yahoo.com/search/images">https://uk.images.search.yahoo.com/search/images</a></i>	66
<i>Ilustración 17: Dique flotante. Fuente: <a href="https://uk.images.search.yahoo.com/search/images">https://uk.images.search.yahoo.com/search/images</a></i>	66
<i>Ilustración 18: Secado de pintura. Fuente propia</i>	68
<i>Ilustración 19: Pistola convencional. Fuente propia</i>	70
<i>Ilustración 20: Herramienta para pintado manual. Fuente propia</i>	72
<i>Ilustración 21: Mascarillas. Fuente propia</i>	73
<i>Ilustración 22: Gafas de protección. Fuente propia</i>	74
<i>Ilustración 23: Epis en operación de pintado, buzo y mascarilla. Fuente propia</i>	74
<i>Ilustración 24: ASA código de colores. Fuente <a href="https://www.arlsura.com/index.php">https://www.arlsura.com/index.php</a></i>	75
<i>Ilustración 25: Códigos de colores ISO. Fuente: <a href="http://jalitemarine.com/Pipeline-Marking-Tape">http://jalitemarine.com/Pipeline-Marking-Tape</a></i>	76
<i>Ilustración 26: colores de diferentes equipos en sala de máquinas. Fuente propia</i>	77
<i>Ilustración 27: Desprendimiento de la pintura. Fuente propia</i>	79
<i>Ilustración 28: Ampollado. Fuente propia</i>	79
<i>Ilustración 29: Degradación. Fuente propia</i>	80

<i>Ilustración 30: Falta de adherencia. Fuente propia</i>	80
<i>Ilustración 31: Piel de naranja. Fuente propia</i>	81
<i>Ilustración 32: Grietas. Fuente propia</i>	81
<i>Ilustración 33: Cráteres. Fuente propia</i>	81
<i>Ilustración 34: Sangrado. Fuente propia</i>	82
<i>Ilustración 35: Corrosión. Fuente propia</i>	82
<i>Ilustración 36: Polvo y suciedad. Fuente propia</i>	82
<i>Ilustración 37: Descuelgues. Fuente propia</i>	83
<i>Ilustración 38: Arrugamiento. Fuente propia</i>	83
<i>Ilustración 39: Medidas de seguridad. Fuente propia</i>	87

# I. Resumen

Con este trabajo de fin de grado se pretende desarrollar un conocimiento de la pintura más detallado y su aplicación en el ámbito marítimo. La pintura es un producto químico que nos rodea constantemente en nuestra vida cotidiana y laboral. Sus cuatro componentes principales condicionan sus propiedades, clasificaciones y diferentes métodos de aplicación. En el sector marítimo ese conocimiento es de gran importancia. Los buques están expuestos a condiciones ambientales muy agresivas y por tanto necesitan una protección correcta para preservar su estructura. Dependiendo si se trata de obra viva del buque u obra muerta se utiliza un tipo u otro de pintura, aplicando diversas técnicas. Es importante, que la pintura sea anticorrosiva, antiincrustante o ignífuga, según la zona donde se deba aplicar. La técnica de aplicación depende de la superficie que se desea pintar y preparación adecuada de la misma. Es más habitual la aplicación manual con brocha o rodillo, pero si se trata de superficies grandes es necesario uso de pistola de pulverización. En cualquier caso, es importante llevar EPIS para protegerse de los vapores tóxicos que se crean alrededor de pintura.



## II. Abstract

The aim of this end-of-degree project is to develop more detailed knowledge of paint and its application in the maritime field. Paint is a chemical product that surrounds us constantly in our live and work. Its four main components condition its properties, classifications and different methods of application.

In the maritime sector this knowledge is of great importance. Ships are exposed to very aggressive environmental conditions and therefore it is required proper protection to preserve their structure. Depending on whether it is underwater body or upper works painting, different types of paint are used, applied in different techniques. The most important is that paint is anticorrosive, antifouling or fireproof. The application technique depends on the surface to be painted and correct preparation of paint. Most common is manual application with brush or roller, but if it is a large surface is necessary to use spray gun. In either case, it is important to wear IPE's in order to protect yourself against the toxic vapours created around the paint.



### III. Acrónimos

RAL	Comité Estatal para plazos de entrega y garantía de calidad
UV	Radiación ultravioleta
TBT	Tributilo de estaño
TBTO	Óxido de tributil estaño
TFTF	Fluoruro de trifenil estaño
PDMS	Polidimetilsiloxano
PTFE	Politetrafluoretileno o teflón
PFPE	Perfluoroalquier
PEG	Polietilenglicol
EPIS	Equipo de protección individual
HVLP	High volume low pressure
CE	Conformidad Europea
VLA	Valor limite ambiental
COVENIN	Comisión Venezolana de Normas Industriales
ASA	American Standard Association
ISO	Organización Internacional de Normalización
BT	Baja temperatura
AT	Alta temperatura
HR	Humedad relativa
TDI	Toluideno
MDI	Difenilmetano
HDI	Bexametileno
IPDI	Isozolona
COV	Compuestos orgánicos volátiles
VOC	Volatile organic compound





## IV. Introducción a las pinturas

Los productos llamados pinturas, también conocidos como lacas, barnices o acabados tienen un campo muy amplio de aplicación. Su función es aumentar la resistencia, aumentar la durabilidad de los objetos que cubren, proteger la superficie de la naturaleza con sus acciones físicas, químicas y biológicas de los agentes contaminantes que la humanidad ha contribuido a extender a todo lo largo y ancho de nuestro planeta. Por otro lado, hoy en día, también tienen una aplicación decorativa en la civilización.

La pintura es un producto pigmentado, líquido, en pasta o en polvo, que aplicado a una superficie se transforma en una capa sólida por evaporación de sus elementos volátiles o por reacción química entre algunos de sus componentes. Dicha capa se adhiere a superficie y tiene propiedades protectoras, decorativas u otras características específicas. (1)

Dentro del término pintura podemos distinguir esmaltes y lacas. La diferencia entre lacas y esmaltes está en su composición y manera de secado. Las lacas son un producto pigmentado termoplástico, a base de nitrocelulosa o piroxilina o poliéster, cuyo mecanismo de secado es por evaporación de sus disolventes, con un acabado liso y duro. Ese proceso es bastante rápido. Por otro lado, los esmaltes son un producto pigmentado termoendurecible, que precisa temperatura para su curado y por tanto tarda más en secarse. El acabado final es de alto brillo, dureza y muy liso. En el RAL 529 A el esmalte se define de siguiente forma: <<Un esmalte es una masa que se ha solidificado en forma de vidrio preferentemente mediante fusión o sinterizado, de composición inorgánica y fundamentalmente integrada por óxidos que se ha fundido o debe fundirse sobre piezas metálicas, formando una o varias capas en parte con adición de otras sustancias. Los recubrimientos formados a base de productos orgánicos no deben de llamarse esmaltes, si lacas.>> (1)

### El desarrollo de la industria de la pintura

La historia de la pintura retrocede miles de años, con el comienzo de las primeras culturas. En la Edad de Piedra el hombre utilizaba la pintura para dibujar las paredes de sus cuevas con escenas de caza, plantaciones, elementos naturales, expresando sus sentimientos y

tradiciones religiosas o simplemente como forma de comunicación. La pintura se obtenía del óxido de hierro, ocre rojo, sangre de animales, cal, carbón vegetal, tierra verde (ocre verde), ocre amarillo... (2)



Ilustración 1: Arte prehistórico. Fuente: <https://uk.images.search.yahoo.com/search/images>

Con la creación de las primeras civilizaciones y primeras casas se empezó a utilizar la pintura para decorar las paredes. En Egipto utilizaban recubrimientos a base de caseína, huevos, agua, pigmentos minerales, óxido de hierro, amarillos a base de trisulfuro de arsénico.

El pigmento blanco era a base de plomo blanco y tierras blancas como yeso y barro. El pigmento negro era del carbón, grafito natural, amarillo de polvo de oro o de ocre, rojo de óxido de hierro o plomo rojo...El azul es un color que tras siglos dominaba entre otros colores siendo uno de los colores más extensos en naturaleza, con el cielo y el mar. En algunas civilizaciones se consideraba como símbolo de sabiduría.

A medida que se produjo el crecimiento de la población y de los comercios crecieron las necesidades de variedad de recubrimientos decorativos y protecciones. Por ejemplo, al rededor del año 1500 fue fabricado el primer barniz con resina en aceite de linaza, cuyo uso principal era protección y decoración de las armas.

Pero la industria de pintura y recubrimientos se convirtió en un elemento reconocido de la economía industrial después de la Revolución industrial. La primera fábrica de pintura registrada en EE.UU. se construyó en Boston en el año 1700, fundada por Thomas Child. El uso de hierro y acero en construcciones necesitaba un tipo de protección contra la corrosión. Con este propósito se desarrollaron pinturas a base de zinc y plomo. La primera pintura patentada como protección *antifouling* fue en año 1625 por Willam Beale, compuesta por

hierro en polvo, cemento y cobre. En 1791 Willam Murdock patentó la pintura *antifouling* a base de sulfuro de hierro y zinc mezclado con barniz.

A partir de 1840 se desarrolló la fabricación de pinturas con componentes metálicos con fin de acelerar su secado y en el año 1856 Perkin sintetizó el primer tinte sintético. El primer éster polimerizado fue descubierto en el año 1847 por Berzelius cuando calentó por accidente glicerina y ácido tartárico. Eso abrió un camino nuevo en la fabricación de pinturas. Las primeras resinas alquídicas obtenidas de ftalato glicerilo por reacción de ácido ftálico con glicerina se descubrieron en 1901 por Smith. El problema es que estas resinas no eran solubles en disolventes. (2) (3)

En 1912 ya se usaban las resinas de fenolformaldehído para aislamientos eléctricos. Se trataba de reacciones de glicerina con anhídrido ftálico o con ácido monobásico (ácido butírico, oleico, etc.) donde se obtenían resinas más flexibles. (2)

A principio del siglo XX la industria de pintura ha experimentó cambios dramáticos. Con el crecimiento de la industria química sintética y el desarrollo de la goma éster, los aglutinantes tradicionales fueron sustituidos por resinas sintéticas.

Después de la segunda guerra mundial se empezó a fabricar la primera pintura con una emulsión de látex a base de estireno. Ese tipo de pintura se parece más con la de hoy en día. Las resinas sintéticas se preparan con disolventes derivados del petróleo. Eso facilita su aplicación.

Se desarrollaron una gran variedad de solventes con propiedades específicas y distintos grados de destilación, gran variedad de aditivos especiales para mejorar la calidad de la pintura. (2) (3)

Pero a la vez con este desarrollo químico se empezó a dar importancia a la salud humana y a la protección del medio ambiente. Por tanto, los fabricantes eran obligados a substituir algunos componentes de la pintura que eran de riesgo para la salud o el medioambiente por otros componentes menos agresivos. Por ejemplo, el plomo fue reemplazado antes de la segunda guerra mundial por alternativas más seguras. En 1978, la Comisión de Seguridad de Productos del Consumidor prohibió el uso de Plomo en la pintura de los consumidores. (2) (3)

Hoy en día, con los cambios climatológicos se ha aumentado la demanda de las pinturas ecológicas frente a las pinturas sintéticas. Esas pinturas están hechas a base de aceites naturales y en ausencia de disolventes tóxicos. Son biodegradables, no presentan un riesgo para la salud humana y sobre todo no se consideran peligrosas para el medio ambiente.



# 1. Clasificación

Las pinturas se pueden clasificar en base a varios criterios: según su composición química, uso, colores...

## 1.1. Clasificación según su aplicación

La clasificación más básica es según su aplicación:

- pintura para decoración (hogar, arte)
- edificación y construcción
- bricolaje
- pinturas de protección industrial
- pintura de fabricación
- pinturas marinas
- para sector de automoción

Según el sector al que está destinada, la pintura está diseñada de una u otra forma. Por ejemplo, la pintura del barco debe ser más resistente a ambientes de humedad extrema y salinidad, mientras que la pintura decorativa se enfoca más al espectro de colores, brillos y aspecto final.

## **1.2. Clasificación según el número de capas a aplicar**

Según el número de capas aplicadas:

- pintura directa
- monocapa
- multicapa (imprimación, sellado y acabado)

La pintura directa se aplica directamente a la pieza. Dicha pintura ofrece cierta resistencia en contacto con el exterior, aportando directamente color y brillo. La pintura monocapa consiste en la aplicación de dos capas de pintura, imprimación y esmalte. Mientras que las pinturas bicapas están compuestas por tres capas, imprimación, sellado y acabado.

La imprimación es la primera capa de pintura, base de otras capas que se aplica sobre la pieza y suele proteger la pieza contra la oxidación y de la corrosión (por ejemplo, el minio). El sellado es la capa situada entre la imprimación y el acabado. Su función es, como palabra dice, sellar las superficies y dar una adherencia para la siguiente capa. El acabado es la última capa de pintura que está en contacto directo con el exterior. Esta capa tiene función de proteger la pieza de influencias del exterior, dar resistencia, brillo, color... También puede ser que la segunda capa aporte el color, mientras que la tercera capa es transparente (barnices) y aporta brillo y protección frente al exterior. (1)

## **1.3. Clasificación según el grado de emanación de compuestos volátiles**

Según el grado de emanación de compuestos volátiles:

- pintura al polvo
- pintura al agua
- pintura de alto contenido en sólidos
- pintura al disolvente

Por motivos de seguridad y protección del medio ambiente en la última década se están desarrollando las pinturas con cantidad reducida de solventes volátiles perjudiciales para la salud humana. Las pinturas al polvo son más ecológicas ya que no contienen solventes. Les siguen las pinturas al agua que tienen una concentración muy pequeña de solvente, casi despreciable. En este grupo se incluyen las pinturas *antifouling* que son de gran importancia para construcción naval. Las pinturas de alto contenido de sólidos necesitan menos cantidades de diluyente frente a pinturas al disolvente. Este tipo de pintura tiene alta viscosidad y por tanto requiere un equipo de pulverización. Las pinturas al disolvente sin embargo son más utilizadas dentro de la industria de la pintura debido a fácil aplicación y bajo coste. Los disolventes más utilizados son tolueno, xileno, nafta... (4)

## **1.4. Clasificación según el número de componentes**

Según número de componentes:

- pinturas monocomponentes
- pinturas bicomponentes

Las pinturas de un componente solo no necesitan mezclarse con ningún otro componente para obtener el secado. Se secan por altas temperaturas, luz ultravioleta, por presencia de humedad, etc. Las de dos componentes necesitan añadir un endurecedor en el proceso de mezcla, con objeto de acelerar el secado de la pintura.

## 1.5. Clasificación según la resina base

Según la resina base de que está compuesta la pintura:

-pinturas al aceite, poliésteres, acrílicas, vinílicas, epoxílicas, poliuretánicas, alquídicas, de siliconas, silicatos, caucho, etc.

Cada una de ellas ofrece diferentes características y propiedades. Por ejemplo, las pinturas a base de silicatos son resistentes a altas temperaturas, de siliconas repelen el agua...

## 1.6. Clasificación según el modo de secado

Según el modo de secado:

- por evaporación de disolvente
- por reacción con el oxígeno atmosférico
- por acción de la temperatura
- por reacción química de varios componentes

Por evaporación de disolvente la resina no sufre variaciones durante el proceso de secado, ya que previamente se ha disuelto en disolvente y evaporando éste vuelve a su estado original. Son resinas vinílicas, de caucho, poliolefinas cloradas, acrílicas...El secado por reacción con oxígeno atmosférico, la pintura se seca absorbiendo el oxígeno después de que evapore el disolvente. En este grupo entran pinturas a base de aceites. El secado por acción de la temperatura normalmente se aplica en los esmaltes. El secado por reacción química entre varios componentes, las pinturas bicomponentes se secan de forma como hemos explicado anteriormente, aplicando un catalizador, endurecedor, que acelera su secado. Las resinas más conocidas de este tipo son epoxi, de poliéster, de silicato... (4)



## 2. Materias primas

Cuando hablamos de pintura, normalmente líquida, nos estamos refiriendo a una mezcla heterogénea de unos componentes que cuando se secan se transforman en una película sólida. Esos componentes, más bien conocidos como materias primas de la pintura varían según tipo de pintura que se usa, su aplicación, forma de secado, tipo de acabado... Existen cuatro grupos de materias primas como principales componentes de la pintura:

- Pigmentos
- Vehículos fijos o ligantes (resinas)
- Vehículos volátiles o disolventes
- Agentes auxiliares

La cantidad de componentes que se aplican en la pintura varia con el tipo de pintura, color...

(4)

### 2.1. Los pigmentos

Los pigmentos son productos en polvo que dispersados en vehículos fijos de la pintura dan el color, brillo, estabilidad, resistencia a la luz, protección a la corrosión. Son compuestos orgánicos e inorgánicos, opacos, que en pintura se mezclan con otras materias primas en proporción entre 3 y 35%. (5)

Existen varias clases de los pigmentos. Los pigmentos más utilizados son a base de colores blancos cubrientes, colores negros, bronce metálicos, coloreados.

Según el pigmento que tiene la pintura se comporta de una u otra forma frente a la luz. Los pigmentos blancos tienen tendencia a reflejar la luz y así dan un aspecto de la pintura más brillante. Los colores negros sin embargo actúan de forma contraria, absorben la luz, mientras los coloreados absorben o reflejan diferentes longitudes de onda de la luz de diferentes colores. (4)



Ilustración 2: Los pigmentos. Fuente: <https://uk.images.search.yahoo.com/search/images>

### ***2.1.1. Pigmentos blancos cubrientes***

Los pigmentos blancos casi no absorben la luz, la reflejan en la mayoría de su onda. Eso crea el efecto de que los colores se vean más brillantes y opacos.

En este grupo se puede destacar:

**Blanco de plomo** también denominado como blanco de España. Es carbonato básico de plomo  $2PbCO_3 \cdot Pb(OH)_2$ . Se presenta en forma de un polvo blando, suelto. Es muy sensible frente al sulfhídrico, que tiñe la pintura de color pardo o negro. La pintura cuando se conserva en la oscuridad adopta un tono amarillo que pierde cuando se saca a la luz. (4)

**Litopón** contiene una mezcla de sulfuro de cinc y sulfato de bario. Se obtiene mediante un proceso de precipitación de disoluciones de sulfato de cinc. Se presenta en forma de polvo fino. Este pigmento contiene pequeña cantidad de óxido de cinc, cuyo contenido máximo permitido es de 0,8%. Se emplea más para pinturas de interiores. (4)

**Elkadur** es otro color blanco que se obtiene por precipitación, de composición de sulfuro de cinc ZnS (29%), óxido de zinc ZnO (0,1%), sulfato de bario  $BaSO_4$  (20%), carbonato de bario  $BaCO_3$  (50%). El tono de este color es blanco puro. Tiene muy buen poder cubriente, resistencia a la luz, estabilidad de tonalidad e insensibilidad frente al sulfhídrico, pero pierde su brillo al cabo de un tiempo. Se presenta en polvo con grano muy fino que no forma

sedimentos en la pintura. Como contiene carbonato de bario se clasifica cómo componente venenoso. (4)

**Blanco de titanio** se obtiene de dióxido de titanio y es apto para uso comercial. Con el tiempo se vuelve granulado porque absorbe la humedad del ambiente. Cuando se mezcla con ciertos pigmentos forma una película esponjosa y favorece el acabado más resistente. (4)

**Blanco de cinc** se obtiene de metal puro o de minerales de cinc por combustión. El poder cubriente es un poco menor con respecto a los demás colores. Se usa mucho en las pinturas anticorrosivas y antiincrustante por su buen comportamiento con óxido cuproso rojo, el principal toxico para los microorganismos. (4)

**Minios de aluminio** es un tono blanco que en realidad no es la pintura, es más bien una capa protectora contra la corrosión en construcción naval, que se aplica como base a otras pinturas. (4)

### ***2.1.2. Pigmentos coloreados***

**Cromato de plomo** puede dar un espectro de colores desde amarillo hasta rojo. El amarillo claro contiene sulfato de plomo en forma de cristales mixtos que cuando se calientan y dejan en contacto con agua se transforman en agujas monoclinicas. Su poder cubriente es bastante considerable, pero su solidez a la acción de la luz es variable y es sensible a la acción del sulfhídrico y por tanto no se pueden mezclar con colores que contengan azufre. El anaranjado de cromo es cromato básico de plomo microcristalino, mientras que el rojo de cromo es el mismo producto en cristales gruesos. (4)

**Pigmentos de óxido de hierro** pueden ser de origen natural como minerales de hierro puro o arcillas o con base artificial a partir de materiales que contienen sulfatos. El producto de ese pigmento es de color rojo en todas sus variedades. El más habitual es el rojo inglés, que contiene sulfato de calcio o ácido sulfúrico libre. (4)

**Ultramarinos** son pigmentos constituidos por combinación de sodio y aluminio que dan colores verdes, rojizo azulados, verdeazulados y violetas. (4)

**Colores de cobalto** son pigmentos muy caros y estables. Se utilizan más en pintura artística. Dan colores azul, verde, violeta. Todos estos colores contienen cromo y estaño. (4)

**Azul de manganeso** está formado por cristales mixtos de sulfato de bario y manganato de bario. Su aplicación se limita a campo artístico. (4)

### ***2.1.3. Colores negros***

**Negro de óxido de hierro** es un compuesto cristalino de 27% de FeO y 71% de  $Fe_2O_3$ . Es un protector contra la corrosión. (4)

**Colores derivados del carbón** se obtienen de productos naturales como grafito, lignitos, minerales negros o artificialmente de productos animales (negro de hueso), vegetales (negro de sarmientos), minerales (cisco) o por la combustión de maderas, resinas, petróleo. (4)

### ***2.1.4. Bronces metálicos***

Tienen gran aplicación en la tecnología de las pinturas. Las más conocidas son las aleaciones de cobre y cinc, que reciben el nombre de oro blanco o aleaciones de cobre-níquel-cinc, llamadas bronce de plata. Son buenos protectores contra la corrosión y para la imprimación de madera. Esos polvos metálicos pueden tener varias tonalidades de colores. Tienen un gran capacidad cubriente. Los bronce de aluminio tienen peligro de explosión si se utilizan con aglutinantes alcalinos como consecuencia de la formación de hidrógeno. Los bronce de cobre se vuelven verdes si se utilizan con ácidos. Los bronce preparados a partir de cinc puro reciben el nombre de purpurina de plata. (4)

## 2.2. Vehículos fijos

Vehículos fijos, ligantes, resinas o polímeros son componentes cuya misión es la de unir los pigmentos con aditivos, ayudar a la adhesión, formar una película plástica al secar la pintura y protegerla de ataques exteriores como la lluvia, erosión... Las resinas o polímeros se obtienen de resinas sintéticas en procesos químicos de reacción de aceites, monómeros y otras sustancias entre sí. El tipo de ligante se elige según las propiedades físicas y químicas que se quieren conseguir en la película. De esta forma se clasifican las familias de la pintura. El porcentaje que contiene la pintura de vehículos fijos está entre 15 y 45%. (1)

Las propiedades más importantes de los ligantes son la dureza, flexibilidad de la película formada, adherencia, estabilidad frente al ambiente (temperatura, sol, agua), resistencia a cambio de color, resistencia a productos químicos en general.

Las resinas normalmente son sólidas o semisólidas y por tanto necesitan disolvente para su solución, pero en los últimos años se han descubierto polímeros en dispersión acuosa que no necesitan disolventes. (4)

Los parámetros más importantes en una emulsión de polímero son: contenido de sólidos(polímero), tamaño de la partícula, viscosidad, valor de pH, estabilidad coloidal, temperatura mínima de transición vítrea (formación de película) y tensión superficial. El contenido sólido se compone de: polímero, sales inorgánicas y estabilizadores. Es la masa seca que queda después de la evaporación de los componentes volátiles. El tamaño de esas partículas condiciona la tenacidad de la película, el brillo, el poder ligante, la capacidad de la penetración de los sustratos porosos y la cantidad de estabilizadores necesarios. Mientras el contenido de sólidos va en aumento, la estabilidad coloidal disminuye. Se puede ver afectado por diversos factores o por la adición de solventes. (6)

Las resinas más utilizadas son alquídicas, vinílicas, acrílicas, epoxis, poliéster, poliuretanos, poliéster-urea, melanina, caucho colorado, termoplásticas, nitrocelulósica...

Las resinas alcídicas son las más utilizadas en construcción, con base de esmaltes sintéticos. Se obtienen por reacción química de alcohol como glicerina con un ácido ftálico y con un aceite (de soja, linaza).

### ***2.2.1. Resinas naturales***

**Acaroide** procede de Australia y Tasmania y se utiliza mucho en la preparación de pinturas al alcohol. Las pinturas con este tipo de resinas no son muy elásticas y no poseen un brillo muy elevado como otras resinas. Comercialmente se conocen dos clases de esta resina, roja y amarilla, ambas presentadas en forma sólida y con gran cantidad de impurezas de madera, restos vegetales y arena. (4)

**Benjuí** es originaria de Siam, Sumatra y Penang. El Benjuí de Siam es el más caro y tiene aplicación en medicina. La originaria de Sumatra se utiliza en la preparación de pinturas de pulimentos. (4)

**Ámbar** viene de la costa Báltica, obtenida de coníferas muertas de hace de millones de años. Si se mezcla con aceites tiene mayores ventajas sobre las resinas artificiales porque no se oscurece. Si se usa el aceite de oiticica, las pinturas son claras y bastante duras. (4)



*Ilustración 3: Ambar. Fuente: <https://uk.images.search.yahoo.com/search/images>*

**Elemí**, el más conocido como duro y blando de Manila, con olor característico, se utiliza como ablandador para las pinturas al alcohol. Disminuye la elasticidad de la pintura. Cuando se almacena durante mucho tiempo se endurece y se vuelve frágil. (4)

**Colofonia** se obtiene por destilación de bálsamos de las coníferas. Se presenta en trozos incoloros o rojos pardos, muy brillantes. La colofonia tiene un bajo punto de fusión y como consecuencias de esto los productos que la contienen son muy pegajosos. (4)

**Copales** cuyo nombre procede de indio *copalli* se obtiene de árboles vivos o de troncos enterrados. Es una materia bastante accesible para los fabricantes de pintura, es fácil su producción ya que la mayoría de las fábricas de pinturas producen su propia resina de copales. Existen varias calidades, durezas (duras, semi y blandas-esas son solubles en alcohol), en polvo, granos o astillas. Todos los copales excepto los blandos son insolubles en aceites. Los más conocidos son el copal de Congo y el de Manila. (4)

**Goma laca** se obtiene de determinados árboles laticíferos, como consecuencia de picaduras de hemíptero *Coccus lacca* Kerr que separando de ramas y brotes. Se encuentra fundamentalmente en la India y Siam. Durante el proceso se separa madera e insectos muertos. (4)

### ***2.2.2. Resinas artificiales***

Son sustancias que se obtienen a partir de combinaciones que no tienen características resinosas por medio de síntesis artificial (reacciones de condensación, polimerizaciones y adiciones) y que manifiestan el mismo estado físico que los productos naturales conocidos con el nombre de resinas.

El aspecto externo y comportamiento general de este componente se lleva a unos límites, su estado físico está entre sólido y líquido, mejor dicho, se encuentra como “líquido sólido”. Cuando están en estado líquido, es por falta de cristalización y ese estado sólido se consigue por una reacción molecular intensa. La naturaleza de la resina viene condicionada por las dimensiones y forma de las moléculas. Por tanto, las resinas sintéticas se pueden dividir en tres grupos generales: asociados de bajo peso molecular formado por esferocomplejos, asociados lineales macromoleculares y por último geles resinosos con macro fases lineales o en forma de red. Las de bajo peso molecular se caracterizan por su solubilidad y fusibilidad, con gran fluidez en bajas temperaturas. El punto de reblandecimiento se encuentra entre 60-

80°C y el de fluidez por encima de 100°C. Las resinas una vez que están en estado líquido contienen disolventes que no le permiten volver a su estado sólido. A medida que los disolventes se evaporan la resina se endurece y se forma una película. El siguiente grupo de resinas, formado por asociaciones lineales de productos macromoleculares, se puede disolver sin límite. El punto de reblandecimiento está sobre 100°C. Los geles de resinas aumentan su solubilidad y bajan el punto de fusión formando las películas de forma directa. (4)

Las **resinas alquídicas** se obtienen de combinaciones de alcoholes y ácidos, de color claro y gran viscosidad, con buena adherencia y capacidad de endurecimiento. Tienen solubilidad limitada, sólo son solubles en ésteres y acetonas, pero en hidrocarburos no. Al ser de mucha importancia en la fabricación de pinturas, se tuvo que modificar la compatibilidad con aceites grasos creando nuevos tipos de pinturas aceites-alquídicas. (4)

Las **resinas de urea** o de melaminiformaldehído son combinación de metanol, producidas por reacción del formaldehído con urea o con melamina. Son autocondensables, muy estables frente la luz, resistentes a agua, disolventes... Se pueden usar como base para la preparación de importantes plásticos como aminoplastos. Pueden formar películas de color blanco, extremadamente duras y resistente a los arañazos. (4)



*Ilustración 4: Resina de urea. Fuente: <https://uk.images.search.yahoo.com/search/images>*

Las **resinas de poliamida y poliuretano** se obtienen mediante policondensación de los ácidos dicarboxílicos y las diamidas. Son solubles en mezclas de metanol-agua y en fenoles. Crean películas resistentes a la acción de los disolventes y son buenos aislantes térmicos y eléctricos. Son resistentes al vapor y la humedad. (4)



**Resinas de vinilo** son polimerizadas por completo. No requieren catalizador, oxígeno o aditivos para su secado. Son de secado rápido. Existen dos resinas vinílicas para la fabricación de las pinturas, los copolímeros de cloruro (casi insolubles si no se modifican) y el acetato de vinilo. (4)

**Resina epoxi** es un polímero termoestable. Cuando se mezcla con disolventes se endurece. Tiene buena resistencia química, buena adherencia, resistencia al calor, al agua y con buenas propiedades eléctricas. Se usa mucho en protección contra corrosión y como aislantes de circuitos eléctricos. Sin embargo, no aguanta bien la exposición a los rayos UV. (4)

**Resinas de siliconas** se obtienen de silicio y oxígeno básicamente. Esas resinas dan buena estabilidad térmica, son agentes antiespumantes, flexibles y con buena resistencia al agua. (4)

**Resinas de ácido acrílico** se obtienen por polimerización de monómeros de ésteres de ácidos acrílicos y metil acrílicos y alcoholes. Las resinas acrílicas tienen buena resistencia química a la exposición en exterior. (4)

## 2.3. Vehículos volátiles o disolventes

Los disolventes se añaden a la pintura con el fin de reducir su viscosidad, asegurando su estado líquido hasta que la pintura se aplique sobre una superficie. Una vez evaporados dan lugar a las resinas que endurecen, transformando la pintura en estado sólido. El porcentaje de los disolventes en la pintura varía entre 50 y 60%. Son componentes extremadamente volátiles y presentan un riesgo para el medio ambiente, la salud humana y la seguridad. Son fácilmente inflamables, tóxicos y perjudiciales para las capas bajas de la atmósfera.

Las propiedades más importantes de los disolventes para las pinturas son: su poder disolvente, volatilidad, su capacidad de dilución y su economía. Igualmente es importante el color, el olor, la ausencia de ácidos, el punto de inflamación y el calor de vaporización. La

capacidad disolvente se exterioriza en la velocidad de disolución (tiempo en que se produce la disolución), fuerza disolvente (frente la viscosidad de la pintura) y viscosidad de la disolución. La volatilidad se expresa mediante el coeficiente de evaporación que indica la velocidad a la que desaparece el disolvente de la pintura. La volatilidad decrece con el aumento de la temperatura de ebullición del mismo. El color debe ser transparente y el olor no penetrante, exentos de agua y de ácidos. (4)

Los tipos de disolvente más usuales son: los terpenos, los hidrocarburos, los alcoholes, el éter etílico, las cetonas, los ésteres y el agua.

Los disolventes del **grupo** de los **terpenos** son también conocidos como esencia de trementina (bálsamo) obtenida de aceite de corteza de coníferas o bálsamo; esencia de trementina de madera obtenida de madera por la destilación con vapor; la esencia de trementina del sulfato o ésteres de celulosa, subproductos de la preparación de la celulosa, con un olor desagradable o aceites de pino. (4)

**Grupo de hidrocarburos** son derivados de petróleo, inflamables y muy tóxicos. Por esa razón los lugares donde se apliquen estos disolventes deberán estar muy bien ventilados. Los hidrocarburos alifáticos o bencinas tienen una temperatura de inflamación de 21°C. Es necesario que se manejen con mucha precaución, lejos de llamas y de altas temperaturas ambientales. También son conocidas por el nombre testbenzin, de olor suave, incoloros y libres de azufre. Los hidrocarburos aromáticos o benzoles, sin embargo, tienen temperaturas de inflamación más elevadas. Los más conocidos de este grupo son: tolueno, el benceno, xileno, etc. (4)

**Alcoholes** son productos químicos de bajo poder disolvente y se usan normalmente mezclados con otros tipos de disolventes. Son tóxicos e inflamables. Entre ellos están: etanol, metanol, butanol...El metanol se caracteriza por su mayor pureza, es un buen disolvente para las resinas, aceites y colorantes y es más rápido evaporándose que otros disolventes de ese grupo. Cuando se utiliza en grandes cantidades se debe mezclar con otros disolventes con el punto de ebullición más alto para evitar que las pinturas se recubran de una capa blanquecina. El butanol se obtiene tanto sintéticamente como por fermentación. Es un disolvente muy bueno para las resinas, pero no tanto para los ésteres de celulosa (aditivo más importante para preparación de las pinturas). Provoca bajada de la tensión superficial, la disminución de la viscosidad y así mejora la capacidad de extensión de la pintura en la superficie. Butanol impide formación de blanqueamiento durante el proceso de secado. (4)

**Éter etílico** es un disolvente muy volátil, con propiedades anestésicas y olor dulzón. Es muy buen disolvente para los aceites y las grasas. Por su evaporación rápida se enfría rápido y por eso provoca la aparición de blanqueamiento de las películas. Si se somete a la acción de la luz se descompone la pintura. Por su alta inflamación cuando se aplica a las superficies metálicas, estas deben estar conectadas a toma de tierra para derivar las cargas de electricidad estática. (4)

**Cetonas** son productos de gran poder disolvente, muy volátiles, inflamables y tóxicas. La acetona se obtiene por destilación de la madera, por fermentación o sintéticamente. Es uno de los disolventes más poderosos. Otros disolventes de este grupo son metiletilcetona, pentanona, drawin 360, 415, RS200, etc. (4)

**Ésteres** tienen velocidad de evaporación casi igual que las cetonas, igualmente bastante volátiles e inflamables, por tanto, se deben tratar con cuidado. De este grupo se conocen el acetato de metilo, el acetato de etilo, el disolvente K, el acetato de butilo y los ésteres glicólicos. El éster acético tiene el punto de ebullición superior a las cetonas y el tiempo de evaporación 1,5 veces de las acetonas. No produce blanqueamiento. Los ésteres de ácido glicólico son buenos cuando se quiere aplicar una cantidad muy grande porque poseen un olor muy débil, pero sin embargo tienen una velocidad muy pequeña de evaporación. (4)

El **agua** como disolvente por su propiedad ecológica podría ser un disolvente ideal para las pinturas, pero no es totalmente posible. No se disuelve con la resina, más bien se emulsiona. Otro inconveniente es que el agua por debajo de 0°C se congela y eso impide su uso en zonas de frío. (4)

## 2.4. Agentes auxiliares

Los agentes auxiliares son otros componentes que se añaden a la pintura para mejorar algunas características, físicas, químicas, de recubrimiento como secado, brillo, resistencia... Se conocen por el nombre de aditivos. Son productos químicos que varían en la pintura en una proporción muy pequeña, entre 1 a 5%.

**Aditivos antiincrustantes** se usan para evitar el crecimiento de los microorganismos en las superficies. Pueden ser biocidas con cobre o unos tipos de geles de hidrógeno que son tóxicos para esos organismos.

**Aditivos antioxidantes** son inhibidores suaves del secado oxidativo. Son bastante volátiles, desaparecen de la pintura después de su aplicación a la superficie.

**Aditivos antihumedad** previenen la reacción de componentes de la pintura con el agua.

**Aditivos anti-sedimentación** se añaden a la pintura para mantener los pigmentos en suspensión. Evitan que las partículas sólidas se sedimenten en el envase durante su almacenamiento y también mantienen la viscosidad de la pintura.

**Activadores** son productos químicos que se descomponen dentro de la pintura dando radicales libres que a su vez inician polimerización de las resinas.

**Secadores** son unos catalizadores que aceleran proceso de secado sin ser parte de la composición de la película final.

**Agentes anti-desprendimientos** evitan la formación de la capa insoluble en la superficie de la pintura reposada dentro de un recipiente una vez abierta.

**Alcalinizantes** se aplican en la pintura para aumentar pH y darle estabilidad. Los más utilizados son amoníaco, hidróxido amónico o hidróxido sódico.

**Aditivos controladores de eflorescencias y reductores de la absorción** son polímeros de silicona y otros componentes que bloquean absorción de elementos del exterior ....

**Aditivos para el color** integral son pigmentos sintéticos inorgánicos que conservan la estabilidad de color con el tiempo.

**Agentes espesantes** mejoran la consistencia de la pintura. Se añaden ciertos polímeros que mejoran la viscosidad.

# 3. Fabricación de la pintura

En el proceso de fabricación de las pinturas se deben cumplir unas condiciones de producción. Las materias primas se deben mezclar en proporciones controladas para dar las propiedades de pinturas y las características deseadas.

## Propiedades de las pinturas

En general las pinturas deben cumplir dos características básicas: que sean protectoras y tengan carácter decorativo. Para que se cumplan esas dos características, las pinturas deben tener algunas propiedades físicas y químicas determinadas. Las más importantes son siguientes:

**Color** es la propiedad más importante de la pintura. Forma una capa opaca, protectora y sobre todo estética. Existen miles de diferentes colores y tonalidades, pero generalmente se obtienen de tres colores básicos: azul, amarillo, rojo y sus mezclas con el resto de los colores.

**Brillo** es la propiedad óptica de la pintura a reflejar la luz de su superficie. Si el acabado es brillante significa que la capa de pintura se ha formado bien. (4) (7) (8)

**Opacidad** es el poder cubriente de las películas de pintura. Debe ser uniforme, sin dejar que pase la luz través de la capa y que no descubra el color del fondo de su aplicación.

**Espesor** de la pintura depende de varios factores. Puede variar según: en qué condiciones se aplica, de entorno húmedo o seco, las técnicas de aplicación, la mezcla de los disolventes que contiene, su viscosidad...Si el espesor de la pintura es demasiado alto eso puede provocar un secado muy lento, aparición de las grietas y falta de adherencia. Por el contrario, si la aplicación de la pintura es de poco espesor puede que la opacidad y el brillo no sean tan

buenos. El espesor de pintura se mide en micras y en total debería estar entre unos 120 y 150 micras en la aplicación general. (4) (7) (8)

**Dureza** determina la resistencia frente a acciones mecánicas, como rayados, penetraciones... (8)

**Adherencia** es la fuerza entre una película seca y los solventes que se quieren aplicar.

**Flexibilidad** es la resistencia de una película a su deformación frente a fuerzas de compresión y tracción. Si es demasiado elevada puede provocar que la pintura se desprege de superficie en grandes fragmentos como resultado de un choque y si es demasiado baja, puede formar fisuras en la capa final. (1) (7) (8)

**Temperatura de inflamación** es aquella a la que un líquido emite tantos vapores en su superficie que puede llegar a inflamarse mediante una llama. Esa propiedad es de gran importancia el almacenamiento y transporte de las pinturas. (1)

**Viscosidad** sin duda es la propiedad más importante de la pintura. Condiciona el proceso de la fabricación de la pintura, igual que su aplicación en la superficie. Si la viscosidad es demasiado alta eso implica que la pulverización con la pistola sea casi imposible, que la capa de la pintura sea demasiado gruesa y eso dificulta su secado. Si viscosidad es demasiado baja el espesor de película puede ser insuficiente para cubrir la superficie, tener muy alta permeabilidad o puede provocar chorreado de líquido.

### Fabricación

El proceso de fabricación de la pintura puede variar un poco según si la pintura está en forma de polvo o líquida, pero básicamente existen algunos pasos generales que se deben cumplir. El proceso de la producción de las pinturas no requiere grandes y complejas maquinarias, es un proceso bastante simple. La única parte compleja, por decirlo de esta manera, son la dosificación y la mezcla de los componentes en un tiempo determinado. Se pueden distinguir

varias fases en la fabricación de las pinturas. Las más importantes son fases de premezcla, fase de molienda, fase de completado y al final el control de calidad, ajuste y envasado.

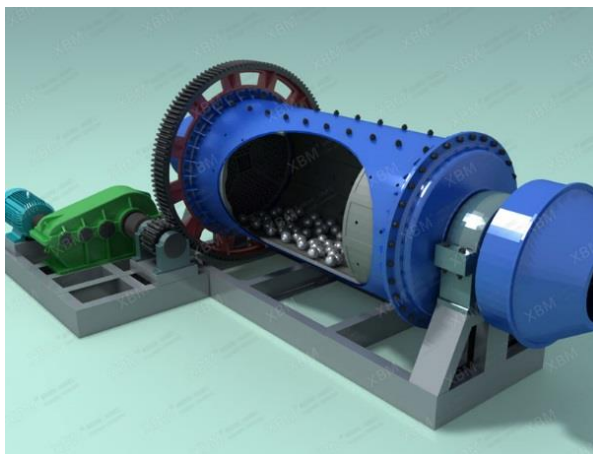
**Fase de premezcla** es la primera fase en producción de las pinturas. En esta fase se escogen las resinas como la base de las pinturas, normalmente en su estado sólido y se mezclan con el resto de los componentes: disolventes, aditivos y los pigmentos. Añadiendo humectantes se ablandan los sólidos y permite la mezcla. Así se forma una masa pastosa, viscosa, que luego va a pasar por el proceso de molienda y afinado. En esta fase es muy importante controlar las cantidades de los pigmentos para que la producción final de los colores tenga el color deseado y tonalidad adecuada. Igualmente, con los aditivos y los disolventes se debe poner la mezcla precisa para obtener ciertas propiedades de las pinturas. Los equipos que se utilizan para realizar la mezcla son máquinas llamadas mezcladores. Trabajan a altas velocidades y en tiempo muy corto para que no se eleve la temperatura y pulveriza las resinas de vez de crear masa pastosa. Los mezcladores más utilizados son tipo *cowles*, que crean una zona de turbulencia a su alrededor que ayuda a mejorar la mezcla. (9)



Ilustración 5: Cowles. Fuente: <https://uk.images.search.yahoo.com/search/images>

**Fase de molienda** es la fase más importante en la producción de las pinturas. En esta fase se homogeneizan los componentes sólidos de la pintura con las resinas y así se obtiene la base de producto final. Los componentes sólidos se trituran hasta que se consiguen las partículas de cierto tamaño. El tamaño de las partículas condiciona el acabado final de la pintura, su brillo, el color, la opacidad, la resistencia y acción de los aditivos. (1)

Para triturar los sólidos se utilizan diferentes métodos. Sin embargo, el más empleado es el molino de bola. Es una máquina rotativa, horizontal, en forma del tubo. En el centro de esos tubos se encuentran varias bolas, normalmente de acero o porcelana, que van chocando con las partículas y dispersándolas. A medida que las partículas pasan una y otra vez por el tubo se fraccionan cada vez más, hasta que se consigue un polvo muy fino.



*Ilustración 6: Molino de bolas. Fuente: <https://uk.images.search.yahoo.com/search/images>*

Otra máquina que se utiliza para triturado es el molino de arena, muy parecido al molino de bola, solo que utiliza arena en proceso. Es más eficaz simplemente porque el tamaño de los granos de molinado es más pequeño y por eso se aumenta el número de los choques. (9)

En **fase de completado** a la pasta que sale de molinado se añaden algunos aditivos adicionales y los disolventes para ajustar la viscosidad de la pintura final. Esa dosificación de los disolventes es de gran importancia para el acabado final de la pintura. Determina el aspecto deseado de la pintura, frena aparición de las imperfecciones y descuelgues. (9)

En **fase de control de calidad** se comprueba si la pintura cumple con todos los requisitos, propiedades y las características para proceder a su envase. El control se ejerce en un laboratorio, donde se hacen varias pruebas y análisis físico-químicos sobre el producto. Sobre todo, se mira el color de la pintura, su viscosidad, peso específico, poder cubriente, velocidad de secado, sangrado, etc. (9)

En **fase de filtrado y envase** se eliminan todas las partículas sobrantes y se prepara la pintura para su envase. (9)



## V. Las pinturas en el ámbito marítimo

Los barcos están expuestos a diferentes condiciones naturales que con el tiempo degradan sus materiales. La constante presencia del agua acelera el proceso de corrosión tanto en la obra viva del barco (casco), como en la obra muerta (superficies fuera de agua). Por tanto, la pintura tiene una función muy importante en construcción naval. Antes que nada, es necesaria para proteger el barco de estos fenómenos. Por otra parte, también tiene carácter decorativo o incluso como elemento de seguridad. Por ejemplo, en una sala de máquinas se utilizan varios colores para indicar una zona en concreto, tipos de tuberías, válvulas, bombas, para dar una capa aislante de calor, como protección de corrosión...En cubierta superior igual como protección de corrosión, pero también con carácter decorativo especialmente en los barcos de pasaje, para indicar vías de escape, sistema de contraincendios, como capa antideslizante en cubierta...

En la obra viva lo más importante para una pintura es ser antiincrustante, pero también debe tener buena adherencia al barco tras su movimiento. Según el casco que se utiliza se distinguen tipos de las pinturas.

## 4. Clases de cascos de los buques

El material con que se fabrican los cascos de los barcos puede variar. El tamaño del barco, economía, su finalidad, disponibilidad de los materiales de construcción, todos esos motivos determinan un material en concreto. Los materiales más utilizados para construcción de los cascos son: madera, acero, aluminio y fibra. Según el material que se utiliza, el casco sufre una serie determinada de problemas y deben tomarse medidas para su protección y por tanto las pinturas que se utilizan para cubrir su superficie varían en función de la protección deseada.

### 4.1. Cascos de madera

A lo largo de la historia los barcos se construyeron de madera hasta mitad de siglo XIX. Como la madera es un material muy ligero y con un peso específico bajo hace que flote fácilmente en el agua. Hoy en día los cascos de madera siguen construyéndose, pero para embarcaciones pequeñas como yates, veleros, pequeñas lanchas. Pero su construcción es más limitada por motivos económicos y deterioro de materiales.

Existen diversos tipos de maderas para la construcción de cascos. Lo más importante es que tengan carácter impermeable y que sean resistentes. Las maderas se pueden clasificar en dos grupos principales: nobles y duras y maderas blandas.

Las maderas **duras** son normalmente más resistentes y más caras que las blandas. Son más difíciles para trabajar por tener muchas irregularidades. Lo más utilizadas de este tipo en construcción naval son: roble, caoba, teca, ikoro...

**Roble** es de gran dureza y densidad de color amarillo-marrón.

**Caoba** es una madera noble de gran dureza de color rojizo. Se caracteriza por su gran duración en agua de mar.

**Teca** es de gran dureza y resistencia a los golpes. Tiene fibras rectas. Es muy impermeable y se seca bastante rápido. Prácticamente es la mejor madera para construcción de los barcos.

**Ikoró** es una madera flexible y dura a la vez, de densidad media con gran resistencia al desgaste.

Las maderas **blandas** proceden de árboles de crecimiento rápido como las coníferas. Su densidad es inferior a las maderas duras y son menos resistentes. Pero son más fáciles de trabajar y el coste es más bajo. Los tipos que se utilizan son: pino, olmo, cedro, ciprés, abeto, picea.

**Picea** es una madera blanda, ligera, fuerte y dura. Da buen acabado y es resistente a humedad y pudrición.



*Ilustración 7: Casco de madera. Fuente: <https://uk.images.search.yahoo.com/search/images>*

Siendo un material orgánico dentro del agua la madera sufre varios problemas y como son biodegradables los cascos de madera tienen problemas de incrustaciones y crecimiento de organismos marinos sobre el casco. Debido a la humedad el casco se contrae y dilata naturalmente. Todo eso disminuye la estabilidad del barco, su maniobrabilidad y seguridad. Los hongos que crecen en humedad pueden causar putrefacción del casco.

## 4.2. Cascos de acero

El acero es uno de los materiales más usados en construcción naval por su dureza y resistencia, fácil producción y coste relativamente bajo. Básicamente el acero es una aleación de hierro con carbono u otros metales como níquel y cromo. En contacto con el agua es bastante corroíble, por tanto, se debe proteger regularmente con capas de pinturas anticorrosivas y otros métodos.

Según los componentes que se añaden en cada aleación se pueden distinguir varios tipos de aceros con sus características específicas.

**Acero al carbono** es el más producido en la industria. Como su nombre indica tiene una aleación de carbono en diversos porcentajes.

**Aceros aleados** contienen diferentes metales, como molibdeno, vanadio, silicio, boro... Son más resistentes y duros que los aceros al carbono. Según la composición que llevan aumentan la resistencia a la corrosión y a impactos.

**Aceros inoxidables** contienen como aleaciones el cromo, níquel y otros elementos con altas resistencias y además un brillo característico. Ese grupo tiene máxima resistencia a la corrosión.

Los aceros para construcción naval deben ser muy resistentes, deformables, aptos para soldadura oxiacetilénica y cumplir con especificaciones de Sociedades de Clasificación como la composición química.



Ilustración 8: Casco de acero. Fuente: <https://uk.images.search.yahoo.com/search/images>

### 4.3. Cascos de aluminio

El aluminio es muy buen material para los barcos por ser muy ligero, resistente, moldeable y lo más importante de todo es que no oxida, o más bien se oxida solo superficialmente y la capa oxidada previene la oxidación más profunda. El problema es si esta capa se daña, el aluminio se queda sin protección y eso puede provocar corrosión galvánica, proceso electroquímico donde aluminio se corroe en contacto con otro metal en medio húmedo. Por eso es muy importante proteger la superficie del casco con pintura y otros métodos anticorrosivos. La pintura que se emplea no puede tener compuestos metálicos tales como óxido de cobre porque puede reaccionar con el aluminio.

Por otro lado, los cascos de aluminio como son tan ligeros no dan buena estabilidad en el mar con mal tiempo a altas velocidades y tampoco son buenos aislantes de las temperaturas exteriores. Trabajar con aluminio es bastante difícil y requiere personal muy formado, como soldadores especializados en aluminio...



*Ilustración 9: Casco de aluminio. Fuente: <https://uk.images.search.yahoo.com/search/images>*

## 4.4. Cascos de fibra de vidrio

Los cascos de fibra están compuestos de fibra de vidrio con resinas de poliéster, moldeadas para adquirir la forma del casco. Una vez unidas forman un material rígido. Se utiliza para la construcción de las embarcaciones pequeñas y medianas. Tiene ventajas por su resistencia a envejecimiento y el coste inferior de resto de materiales. Pero como todo los cascos de fibra tampoco son inmunes a ataques del agua. Con el tiempo expuesta al agua la fibra sufre un proceso físico llamado ósmosis que provoca el deterioro del casco. Eso se manifiesta en la aparición de ampollas en el casco a causa de la diferencia de la pintura y penetración del agua dentro que provoca delaminación de las láminas de fibra de vidrio. Por tanto, los cascos deben recibir como mínimo dos capas de pintura, una como protectora y y otra de pintura TBT o TPT.



*Ilustración 10: Casco de fibra de vidrio. Fuente: <https://uk.images.search.yahoo.com/search/images>*

## 5. Pinturas *antifouling* y anticorrosivas

Como se mencionó antes, el tipo de pintura que se usa para los cascos de barco varía según el efecto que se quiere conseguir. Los más importantes son estos dos grupos: pinturas antiincrustante y anticorrosiva.

### 5.1. Incrustación

Incrustación o *fouling* es el crecimiento de organismos marinos adheridos a una superficie, en este caso el casco del barco. Los organismos pueden ser de origen vegetal, micro y macroalgas o de origen animal, de cuerpo duro calcáreas (con cáscara) o blando no calcáreas (esponjas, briozoos...). Las algas son de tipo verdes, marrones, rojas y azul-verdosas y limos en forma de barro, bacterias y algas microscópicas. Los parámetros que favorecen el crecimiento de esos organismos son la temperatura del agua, la salinidad, el sol y los nutrientes presentes en agua. En zonas cálidas es más fácil el crecimiento de estos organismos. (10)

Los incrustantes se adhieren y empiezan a reproducirse de tal forma que en las primeras 48 horas pueden alcanzar el par de millones y al cabo de dos semanas empiezan fijar esporas de macroalgas hasta una invasión masiva. (10)



Ilustración 11: Incrustación en el casco. Fuente: <https://uk.images.search.yahoo.com/search/images>

El inconveniente de la presencia de incrustaciones es la aceleración de la corrosión, ósmosis en barcos de casco de fibra, el incremento de la rugosidad del barco y por tanto la pérdida de velocidad y aumento de consumo de combustible.

## **5.2. Pinturas *antifouling***

La protección de este fenómeno es la aplicación de pintura antiincrustante o *antifouling*. Se pueden definir dos grandes grupos de esa pintura, con biocidas y sin biocidas.

### **5.2.1. Con biocidas**

Las pinturas con biocidas se utilizan para eliminar los microorganismos del casco. Esa acción se debe realizar mientras los organismos están en estado de esporas o larvas, cuando más vulnerables son. Las pinturas están compuestas por una resina llamada *rosin* que conlleva biocidas o biocidas basados en cobre (óxido de cobre o tiocianato de cobre), carnatos, piritionas e isotiazolonas. Las características que deben cumplir los biocidas son: ser tóxico para los organismos antiincrustantes, pero no para organismos superiores, que se biodegraden rápido, sean solubles rápido en agua, estables como pintura líquida y cumplir con legislaciones. Una vez que están en contacto con agua las resinas se disuelven dentro y liberan el tóxico que llevan dentro del pigmento. Ese tóxico es el que mata a los organismos. Ese proceso de liberación del veneno recibe el nombre de lixiviación. La velocidad de liberación del veneno depende de la velocidad del buque, la temperatura del agua, la salinidad y el pH, por tanto, no se puede controlar totalmente. Igualmente, la liberación del veneno es mucho mayor durante los primeros meses y va disminuyendo hasta que se agota.

(10)



Tipos de tóxico:

Óxido cuproso rojo – iones cuprosos ( $Cu^+$ ) disueltos en agua crean ambiente tóxico para los organismos. La reacción  $Cu^{2+} + H_2O \rightarrow 2Cu^+ + 2OH^-$ . Este es el primer tóxico usado a gran escala en la fabricación de la pintura *antifouling*. Cuando la pintura está en contacto con agua (con sales) cambia su color rojo por verde, pero solo superficial, por dentro sigue siendo roja. Eso indica que la pintura está funcionando bien. (10) (11)

Otros materiales como plata, mercurio, azufre, arsénico, también tóxicos, se emplearon en la producción de las pinturas antiincrustantes, pero algunos de ellos se dejaron de usar por su elevado coste o por su elevada toxicidad y peligro para el medio ambiente.

El estaño también se utiliza para la producción de la pintura *antifouling*. TBTO (óxido de tributil estaño) y TFTF (fluoruro de trifenil estaño) en contacto con agua pasan a ella sin descomponerse y sus moléculas actúan como tóxico frente a organismos. Por su elevada toxicidad se utilizan en porcentajes bajos dentro de la pintura. (autocontroladas) (10) (11)

Diferentes tipos de antiincrustantes existentes:

#### Productos convencionales.

Son los constituidos por resinas blandas (naturales o sintéticas) solubles en el agua, pigmentos con tóxico cuproso y óxido de hierro. Lixivian de forma no controlada por su composición básica. La película de pintura se reblandece, se hincha y se va disolviendo, liberando la toxina y creando una superficie rugosa que aumenta hasta que la película se agota totalmente. Como la duración de esa pintura es bastante corta especialmente en aguas cálidas se usa más para los buques que navegan en aguas frías. Se debe aplicar cada 12-15 meses. La pintura se aplica en dos capas a un espesor que no sobrepasa 80 micras. Son compatibles con todos los productos antioxidantes del casco. (10) (11)

#### Pintura avanzada de larga duración

Mediante la aplicación de las resinas duras como clorocaucho o similar que no son solubles en agua se crea una pintura que funciona mediante mecanismo de lixiviación por difusión, de duración superior a las pinturas convencionales. El tóxico se disuelve y deja la resina con estructura porosa que se queda en forma de esponja encima de microorganismos y así provoca que la difusión del veneno vaya disminuyendo, ya que tiene que atravesar la capa de resina vacía, hasta que en un punto la velocidad de lixiviación sea tan baja que ya no tiene más

efecto como antiincrustante. La duración de la pintura está entre 12-24 meses. Se aplican en 2-3 capas, de un espesor de 120-150 micras. La superficie es mucho menos rugosa que las de las convencionales, por tanto, eso favorece la dinámica del casco. (10) (11)

#### Pinturas de disolución auto-controlada

El tóxico no es filmogeno con las resinas, se incorpora a la resina mediante una reacción química, produciéndose posteriormente una disolución del compuesto por hidrólisis al contacto con el agua. El TBTO va pasando al agua de manera controlada

Se aplican en tres capas, de un espesor de 120-150 micras. Normalmente los colores de las capas son diferentes y ayuda a determinar en qué estado se encuentra la pintura a simple vista. Normalmente ese tipo de pintura se aplica cada 5 años. (10) (12)

### **5.2.2. Sin biocidas**

Las pinturas sin biocidas se basan en impedir la adhesión y aparición de incrustaciones de forma física. La pintura está compuesta por un polímero llamado hidrogel (hidrófilo) que en contacto con agua se hincha y crea una capa muy lisa alrededor del barco. Eso dificulta la adhesión de los organismos a ella, y si en un momento dado se adhieren, se encuentran muy débiles y son fáciles de eliminar del casco. Para su eliminación es necesario que el barco esté en movimiento y que alcance una velocidad crítica, entre 10 y 20 nudos o si el barco está parado se pueden eliminar manualmente, raspándolas del casco. Estas pinturas se utilizan mucho en los barcos donde los buzos realizan limpieza regularmente. La pintura es vulnerable y puede ser dañada fácilmente durante la navegación o durante la limpieza. Por tanto, requiere una aplicación cada 2 años. (10)

#### Pintura basada en silicona PDMS

El PDMS es un polímero orgánico basado en silicio, transparente, no tóxico y no inflamable. También es conocido como dimeticona. Es más utilizado en prevención de incrustaciones blandas por sus bajas propiedades mecánicas. (10)

### Pintura basada en fluoroplómeros

Los polímeros que contienen grupos flúor, como politetrafluoretileno (PTFE) o también conocido como teflón son muy resistentes a la salinidad, rayos UV, temperaturas y pH. Otros de este grupo son fluorometacrilatos, perfluoroalqueter (PFPE), polietilenglicol (PEG).

Intersleek es un revestimiento de fluoropolímero que no libera ningún tipo de biocida. Ofrece una superficie lisa reduciendo la fricción y mejora el ahorro de combustible (10)

## **5.3. Corrosión**

La oxidación es una reacción química con oxígeno que convierte el metal en sus óxidos más estables. La corrosión de los metales es un proceso electroquímico que se produce en presencia de oxígeno y humedad. Para que sea posible es necesaria la presencia de un ánodo, cátodo y electrolito. Esos tres elementos conocidos como pila galvánica o electroquímica forman el proceso redox.

En la corrosión electroquímica se da la reacción de oxidación-reducción, en la que el metal sufre un proceso de oxidación y se disuelve, cediendo sus electrones. Si se encuentran dos metales en un mismo electrolito (conductor) uno de ellos tiene tendencia a oxidarse, cediendo sus electrones a otro metal. Ese metal tiene potencial más bajo y se llama ánodo. Por otro lado, el metal con mayor potencial actúa como cátodo y no se disuelve.

La corrosión se encuentra prácticamente en todos los materiales manipulados por la mano humana. Desgasta y altera condiciones físicas de los objetos, influyendo en la contaminación ambiental, la seguridad y se refleja en pérdidas económicas. En entornos con salinidad, el mar acelera ese proceso por la presencia de sales que son buenos conductores. Prácticamente todos los barcos están sometidos a ese fenómeno y por tanto se debe actuar para su prevención. La pintura por esas razones es de gran importancia en el sector marítimo. La corrosión se puede manifestar en el casco del barco de las siguientes formas:

**Corrosión uniforme** es uniforme por toda la superficie metálica, normalmente superficial. Se evita mediante un recubrimiento o por la protección catódica.

**Corrosión localizada** consiste en un ataque profundo en una zona en concreto, como resultado de la rotura de la capa protectora.

**Corrosión intercrystalina** se produce en los límites del grano donde los átomos se debilitan en la red cristalina, normalmente en soldadura y en las aleaciones. La corrosión se propaga a gran profundidad sin notables cambios en superficie. Por eso es la corrosión más peligrosa.



*Ilustración 12: Ejemplo de corrosión de casco. Fuente: <https://uk.images.search.yahoo.com/search/images>*

## 5.4. Pintura anticorrosiva

La pintura anticorrosiva prolonga la vida del casco reduciendo el nivel de corrosión. Prácticamente se basa en la formación de capas de alta resistencia a la erosión y mínima rugosidad. La mayoría de las pinturas anticorrosivas son a la vez antiincrustantes.

Las pinturas son bases de resinas vinílicas de gran espesor mezcladas con caucho-clorado. Los pigmentos que se usan en las pinturas anticorrosivas son a base de plomo (plomo cromado o mezcla de plomo con aluminio), cinc (cinc cromado o tetraoxocromato) o minio, todos resistentes a la herrumbre y con buena resistencia a humedad. (4)

A la hora de seleccionar pinturas anticorrosivas se debe prestar atención a ciertos factores: según la zona donde se aplica es importante ver si la pintura es contaminante para el medio ambiente, que técnica de preparación de superficie exige, vida útil de la pintura y con qué frecuencia se debe repetir su aplicación y facilidad de aplicación de las capas.

## **6. Pinturas más utilizadas a bordo**

### **Parte I**

Las pinturas más utilizadas en la construcción naval se pueden clasificar en tres grupos: pinturas para interior, pintura para la cubierta y pintura para obra viva del barco.

#### **6.1. Pinturas al temple**

Son pinturas al agua con resinas vegetales como vehículos fijos. De pigmento usan yeso y carbonato de calcio. Es una pintura porosa y permeable. Como usa el agua de disolvente, no tiene ninguna resistencia al agua del entorno exterior y es de poca dureza, por tanto, no se puede usar para el exterior. Igualmente, no se puede aplicar a temperaturas inferiores a 5°C. La ventaja de esta pintura es su bajo coste y fácil aplicación. Se utiliza para los interiores, para las superficies de yeso y escayola, normalmente en las viviendas. (4) (ver Anexo II)

#### **6.2. Pinturas a la cal**

Igual que la anterior esta pintura como disolvente utiliza el agua. De pigmentos está usando hidróxido de calcio o cal apagada. Es una pintura porosa, absorbente, de endurecimiento lento. Por su composición es bastante tóxica y por tanto se debe utilizar protección para su aplicación. Se aplica sobre los ladrillos porosos y piedras, pero no se puede aplicar sobre los metales, maderas o yeso. Es importante controlar el grosor de las capas porque es de poca flexibilidad. Es de uso interior y exterior. (4) (ver Anexo II)

### **6.3. Pinturas plásticas**

Es una pintura al agua, de resinas plásticas, vinílicas, acrílicas... Como se seca por evaporación del agua es de secado rápido al menos si no se aplica en un espacio húmedo y frío. Las capas aplicadas deben ser finas, en temperaturas por encima de 10°C. Para evitar la congelación del agua y para que las resinas plásticas no se vuelvan duras y pierdan su elasticidad. Presenta una buena resistencia al agua. Se puede aplicar en interiores o exteriores. La pintura plástica se aplica en gran escala en los edificios. Por su buena resistencia, dureza y brillo prácticamente ha sustituido a las pinturas al cal o temple. (4) (ver Anexo II)

### **6.4. Pinturas al clorocaucho**

Esta pintura utiliza resina sintética obtenida de caucho en una solución de cloro. Es muy resistente al agua y los agentes químicos. Por el contenido de cloro es buena protectora contra hongos y mohos. Por esas propiedades es bastante buena para su aplicación al casco del barco. La desventaja de esta pintura es que no penetra en superficies porosas, es necesario asegurarse de que la superficie está perfectamente limpia y lisa antes de su aplicación. (4) (ver Anexo II)

### **6.5. Pinturas al aceite**

Estas pinturas están formadas por aceites secantes, como aceites de linaza. Se secan por oxidación y polimeración, de secado lento. Son pinturas muy brillantes, flexibles, resistentes al agua, pero no muy buenas para inmersión en agua.

Se utilizan para metales como pinturas anticorrosivas y para las maderas de exterior. (4) (ver Anexo II)

## **6.6. Pinturas bituminosas**

Se obtiene mezclando brea, la hulla, la gilsonita y el alquitrán. Tiene buena adherencia sobre metal y el hormigón. Es muy resistente a los rayos UV y con gran impermeabilidad al agua. Por esas características ese tipo de pintura se está utilizando en los sitios con presencia de humedad o para objetos que están sumergidos en agua, como los cascos de los barcos. (4) (ver Anexo II)

## **6.7. Pinturas epoxi**

Las pinturas epoxi utilizan epoxi como resina en presencia de catalizador. Ese tipo de resinas tiene puntos libres en su estructura y así puede reaccionar con agentes de curado que se desarrollan muy rápidamente a temperatura ambiental. A medida que pasa el tiempo el curado se va frenando de tal modo que da máxima adherencia y resistencia al acabado de la pintura. Los curados normalmente son productos con poliamidas o aminas. Para que el curado empiece a actuar hace falta una temperatura mínima de 10°C. Para acelerar el proceso de curado se puede aplicar temperatura más alta. A los 60°C tardara 90 minutos y a los 90°C solo 10 minutos. La pintura es resistente a la humedad y a los ácidos, pero no es muy compatible con las cetonas o disolventes clorados. Es una de las pinturas que más se usa como pintura industrial. Como es una pintura de dos componentes es importante mezclar la cantidad adecuada cuando se quiere usar para no tener las pérdidas ya que no permanece por mucho tiempo en estado líquido con dos componentes unidos. (4) (ver Anexo II)

## **6.8. Pinturas brea-epoxi**

Es una mezcla de resina epoxi con asfalto o brea. Tiene un gran resistencia al agua y humedad, altas temperaturas más de 60°C, buena resistencia química, a los ácidos, álcalis y a las sales. Por debajo de 15°C el curado se hace difícil. Las capas de esta pintura suelen ser gruesas y como aguantan altas temperaturas hacen buena capa aislante. (4) (ver Anexo II)

## **6.9. Pinturas nitrocelulósicas**

Las resinas de esta pintura son de nitrocelulosa que plastificadas adecuadamente dan a las pintura buena flexibilidad. Los disolventes deben ser de evaporación rápida. Esa pintura es de películas duras, resistente al roce, brillante, tenaz. El brillo suele perderse con el tiempo, pero se recupera fácilmente puliendo. El secado de las capas es rápido al evaporarse sus disolventes. Se aplica más bien en interiores que exteriores, como barniz para las maderas, puertas, parquets, muebles..., sobre superficie metálica, en carrocería del coche, cabina de ascensor... (4) (ver Anexo II)

## **6.10. Pinturas zinc silicato**

La pintura zinc-silicato se obtiene de la arena tratada con elevadas temperaturas, así consiguiendo silicato sódico y reaccionado más, silicato de etilo. Este componente es soluble en los disolventes orgánicos. La pintura mezclada con disolvente es bastante inflamable y se pueden aplicar solo bajo condiciones muy controladas. Se puede disolver en casi todos tipos de disolventes: cetonas, alcoholes, combustibles, ésteres. Su pigmento proporciona protección catódica en superficies de acero. Se puede aplicar tanto en zonas secas como en zonas húmedas sin que cambien mucho las características de los componentes. En combinación con la pintura epoxi presenta buena protección anticorrosiva. (4)(ver Anexo II)

## **6.11. Pinturas de aluminio**

La pintura de aluminio se obtiene incorporando purpurina de aluminio (aluminio molido) sobre un barniz graso neutro. El aluminio forma unas láminas que se separan en la pintura y van hacia su superficie, acumulándose y formando una capa con aspecto metálico. Eso le da buena resistencia a la humedad y rayos UV. También tiene buena resistencia a altas temperaturas, hasta 200°C. Al tener la purpurina en su superficie no le da buena adherencia y también pierde brillo fácilmente. Se usa mucho en ámbito marino. (4) (ver Anexo II)



## 6.12. Pinturas ignífugas

Son pinturas que retardan e impiden propagación del fuego o sus llamas. El fuego necesita la presencia de tres elementos para formar las llamas, oxígeno, combustible y temperatura de ignición. Con esos tres elementos conjuntos y presencia de una chispa se forman las llamas. Para prevenir esa acción la pintura ignífuga debe tener algunas características importantes como: tener buen aislamiento para neutralizar incrementos de la temperatura, formar una capa protectora que impida el contacto con el oxígeno como capa carbonosa, impedir la combustión por su composición química, normalmente sales halógenas, tener muy buena adherencia, un secado rápido y resistencia a la humedad. Según las formaciones de las llamas se pueden clasificar en tres grupos:

**Pinturas intumescentes** se obtiene por dispersión de copolímeros con diferentes componentes sólidos en medio acuoso. Se forma el carbono en presencia de ácido fosfórico creado a partir de fosfato amónico a elevadas temperaturas. Esa reacción da lugar a un producto, que en presencia de las llamas y altas temperaturas se descompone formando una capa protectora y aislante y gases no combustibles. El producto espumoso se hincha, forma un colchón entre el fuego y la superficie pintada.

La pintura se debe aplicar en superficie limpia para garantizar su adherencia para que en caso de incendio la capa aislante se desprenda rápidamente. Los componentes ignífugos son blandos y por tanto se debe poner varias capas de la pintura. Las capas deben ser resistentes a la humedad, los golpes, desgastes, ambientes agresivos. Según el espesor de las capas aplicadas tendrá uno u otro nivel de resistencia al fuego. Por ejemplo, el espesor de 450 micras garantiza aguante de las temperaturas alrededor de 130°C durante 90 minutos. Es recomendable aplicar una capa de pintura anticorrosiva, como epoxi, silicato, zinc para proteger la superficie de la corrosión a la vez, pero siempre de tal manera que no influya en la adherencia a la pintura ignífuga.

**Pintura sublimante** desprende los gases extintores en contacto con el fuego. Eso impide el contacto con el oxígeno y así interrumpe el triángulo de fuego.

**Pintura ignífuga** es la pintura con las características combinadas de las dos anteriores. Se espuma por la acción del fuego y a la vez desprende un producto químico que sofoca el fuego. (4) (ver Anexo II)

## **6.13. Pinturas antigoteras**

Es un recubrimiento impermeable, exento de asfalto, de capa gruesa y uniforme que evita cualquier filtración del agua. Es extraordinariamente flexible y resistente y eso le permite adaptarse a cualquier tipo de superficie e irregularidades. Por eso tiene buena resistencia a la tracción y contracción. La pintura es muy dura, con gran adherencia, estable al efecto de los rayos UV. Se compone de resina acrílica autoreticulante, los pigmentos de bióxido de titanio, óxido de hierro, silicato magnésico y carbonato cálcico. Como disolvente usa el agua y de aditivos contiene coalescentes, biocidas, dispersantes y antiespumantes. (4) (ver Anexo II)

## **Parte II**

En España la mayoría de las navieras han optado por Hempel como fabricante de las pinturas, ya que tienen amplia selección para el entorno marino, coste razonable y facilidad de compra. Los tipos más utilizados en los barcos son los siguientes:

## **6.14. Pintura Hempadur Mastic 45880**

Hempadur mastic 45881 es un recubrimiento epoxi de dos componentes. Forma una capa gruesa, dura y con propiedades de humectación. Se utiliza como autoimprimación sobre superficies no preparadas o como acabado con elevadas prestaciones y bajo contenido de COV, de capa gruesa. Se puede aplicar directamente sobre silicato de zinc o superficies metálicas. Su máxima exposición a temperatura es de 120°C. Es semibrillante y no tiene buenas propiedades estéticas.

Esa pintura se debe mezclar con otro componente, el agente curante 95880 antes de su aplicación en proporción de 4:1. (13) (ver Anexo I) (ver Anexo II)

## **6.15. Hempel Polyenamel 55102**

Hempel polyenamel 55102 es una pintura de dos componentes, con resina de poliuretano acrílico, curado con alifático. Se adhiere fácilmente sobre varios tipos de superficies, sobre todo fibra de vidrio, poliéster reforzado con fibra de vidrio o madera, aluminio, acero, acero galvanizado pasivo. Da buen color y excelente brillo, especialmente en ámbitos corrosivos. La máxima exposición en seco es de 120°C. Se aplica a las temperaturas a partir de 15°C. El punto de inflamación es de 35°C

Esa pintura se debe mezclar con otro componente, el agente curante 95304 antes de su aplicación en proporción de 4:1. (13) (ver Anexo I) (ver Anexo II)

## **6.16. Hempadur Quattro 17634**

Hempadur Quattro 17634 es una pintura epoxi de dos componentes. Es de capa gruesa, cuando se seca forma película dura, con buena resistencia a la abrasión, al agua salada y al combustible. Se usa en mayoría de los casos para el pintado de los tanques de lastre y combustible, así como superficies que están expuestas a esos dos líquidos. Se puede aplicar en cualquier época de año, a temperaturas bajas, desde -10°C y entornos donde el tiempo de aplicación es muy corto. También es recomendable para protección anticorrosiva de larga duración para las superficies metálicas.

La máxima exposición en seco es de 120°C. Se aplica a las temperaturas a partir de -10°C. Esa pintura se debe mezclar con otro componente, el agente curante 97334 antes de su aplicación en proporción de 4:1. (13) (ver Anexo I) (ver Anexo II)

## **6.17. Hempel Mille Dynamic**

Hempel mille Dynamic alu 7160A es una pintura antiincrustante para las superficie de fibra de vidrio, madera, acero y ferrocemento. Es un compuesto de pulimentante con cobre y material orgánico bioactivo. Es una pintura auto renovable. El color de la pintura cambia después de su aplicación, en cuestión de una semana. (13) (ver Anexo I) (ver Anexo II)

## **6.18. Hempadur 15570**

Hempadur 15570 es un recubrimiento a base de epoxi, de dos componentes. Forma una película fuerte y resistente a la corrosión. Se puede aplicar a temperatura por encima de -10°C. Se aplica en zonas de severa corrosión, como capa intermedia o acabado final, para la reparación de la pintura o como mantenimiento, donde no es importante el efecto estético. Se utiliza para pintado de tanques de lastre, que resiste a las temperaturas normales del agua de mar.

La máxima exposición en seco es de 140°C. Se aplica a temperaturas a partir de -10°C. el punto de inflamación es de 25°C.

Esta pintura se debe mezclar con otro componente, el agente curante 95570 antes de su aplicación en proporción de 3:1. (13) (ver Anexo II)

## **6.19. Hempel Primer Undercoat 13201**

Hempel primer undercoat 13201 es un esmalte de imprimación y pintura base de alta opacidad y secado rápido. Proporciona durabilidad y estabilidad de la superficie que se está preparando para posterior pintado con pintura de un componente solo. Se aplica sobre fibra de vidrio, madera y acero, tanto para interiores como exteriores en obra muerta. Tiene un punto de inflamación de 40°C. (13) (ver Anexo II)

## **6.20. Hempadur Spray-guard 35490**

Hempadur Spray-guard 35490 es un recubrimiento con resina epoxi, de dos componentes, libre de disolvente. En su composición tiene partículas pesadas antideslizantes. Cuando se seca forma una película protectora dura, tenaz y con buena adherencia. Se aplica sobre acero expuesto a condiciones de corrosión, en zonas con presencia de agua, por ejemplo, en la cubierta del barco. La pintura se debe aplicar en ambiente por encima de 20°C. La máxima exposición en seco es de 140°C y en agua 35°C.

Esa pintura se debe mezclar con otro componente, el agente curante 95690 antes de su aplicación en proporción de 5,7:1. (13) (ver Anexo II)

## **6.21. Hempel Underwater Primer 26030**

Hempel underwater primer 26030 es un esmalte que se aplica sobre superficies que están sumergidas en agua. Es de secado rápido, contiene escamas de aluminio. Se usa mucho como capa intermedia entre epoxi y antiincrustante o como sellado de capa de antiincrustante. Se aplica sobre fibra de vidrio, madera y acero. (13) (ver Anexo II)

## **6.22. Hempel boat varnish**

Hempel boat varnish es un barniz oleo-sintético de alta calidad, a base de resinas fenólicas modificadas. En su composición contiene filtros ultravioletas, por tanto, se puede usar en exterior e interior. Penetra bien en la madera. Tiene excelente adherencia, alto cuerpo y espesor de película. Es resistente a bajas temperaturas y se adapta bien a cambios bruscos climáticos. Tiene buena resistencia a polucionantes atmosféricos urbanos y marinos y es muy elástica a los movimientos naturales de madera.

Se aplica a temperaturas superiores a 5°C. El punto de inflamación es de 39°C. (13) (ver Anexo II)

## **6.23. Hempel Dura Gloss Varnish 02020**

Hempel Dura Gloss Varnish 02020 es un barniz alquídico uretanado, brillante de secado rápido. Tiene buena resistencia en ambiente marino y a los rayos UV, contiene filtros ultravioleta. Se emplea en madera tanto para interior como exterior en la obra muerta. Realiza y protege el aspecto natural de la madera. Es transparente, de alto brillo y con punto de inflamación de 38°C. (13) (ver Anexo II)

## **6.24. Hempawood fondo protector 01500**

Hempawood fondo protector es un conservante para madera contra hongos e insectos como larvas de carcoma, polillas, termitas, hongos de mancha azul, hongos pudridores, todo que la descompone. Es para uso exterior, en zonas que no están en contacto con el agua. Como es solo un protector se debe aplicar una capa posterior de barniz o pintura. Es transparente. En punto de inflamación está en 65°C. No es recomendable aplicarla por debajo de 8°C y con humedad relativa mayor de 80%. (13) (ver Anexo II)

## 7. Preparación de la pintura y la superficie a pintar

Preparar la superficie de la pintura es una de las más importantes acciones en el proceso de pintado, porque cualquier fallo en la preparación puede provocar muchos defectos en las capas de la pintura: su rotura y aparición de corrosión por debajo sin que sea visible, falta de adherencia, eflorescencia, mohos...Según el tipo de superficie es necesario aplicar unas u otras técnicas para preparar la superficie y que la pintura quede perfecta. Lo más importante es la limpieza de superficie, ausencia de humedad, ausencia del polvo, sellado, imprimidos.

### Superficie de acero

Para preparar la superficie de acero primero se debe eliminar todo el óxido de la superficie, revestimiento viejo e irregularidades. Para eso el mejor procedimiento es el chorro de arena si es posible y si no, discos abrasivos en las zonas limitadas o de soldaduras. El perfil final debe ser el adecuado. Por exceso se puede tener un recubrimiento irregular con puntos elevados, produciendo un deterioro de las capas de la pintura, mientras que un perfil bajo proporcionará una adherencia muy baja a la pintura. El perfil adecuado se consigue eligiendo el abrasivo correcto y la técnica de chorreo adecuada, con una presión de aire determinada.

(11) (1)



Ilustración 13: Chorro de arena. Fuente: <https://uk.images.search.yahoo.com/search/images>

El chorro puede ser substituido por otras técnicas de eliminación de estas capas, según la zona y el estado. Igualmente se puede usar disco abrasivo, picaretas, espátulas, cepillos metálicos...

Después de ese proceso es importante eliminar los restos de polvo aspirando y si hay restos de aceites con disolventes.

### Superficie de madera

la superficie de madera, igual que otras superficies, debe estar sometida a un proceso de preparación para su pintado posterior. Se puede hacer mediante lijado manual o mecánico con papeles abrasivos de distintos grados (lijas). El lijado mecánico es la forma más efectiva de eliminar restos de pintura y barnices de madera. Se utiliza una lijadora orbital. Así se logra alisar la superficie por un lado y por el otro proporcionar la rugosidad necesaria para la adherencia de la pintura que se va a aplicar. Después del proceso de lijado se debe limpiar de polvo con cepillos y trapos. También con lijado húmedo se consigue el efecto de lijado y además se quita polvo a la vez, es más rápido por el hecho de que la lija con presencia de humedad no se gasta tan fácil y por tanto no hace falta su cambio tan frecuente. (11)



*Ilustración 14: Lijadora orbital. Fuente: <https://uk.images.search.yahoo.com/search/images>*

Para su preparación la madera debe estar seca, pero no totalmente. El grado de humedad deseado está comprendido en el rango entre 14 y 18%. La humedad excesiva puede formar ampollas que influyeran el pintado y el deterioro de sus capas. Si está demasiado seca, la

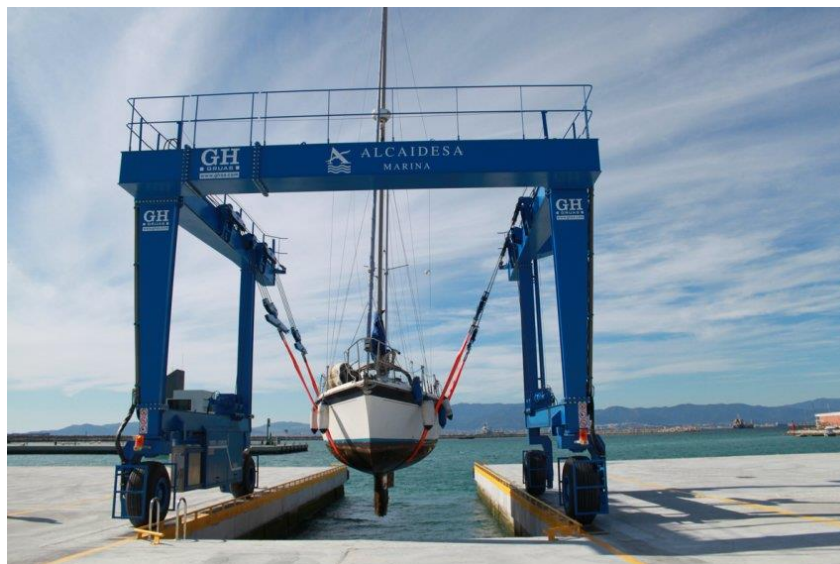


superficie puede absorber el disolvente sin lograr una penetración adecuada y dejando la película desigual. Ese problema se puede resolver añadiendo más disolvente.

### Tipos de astilleros

En caso de obra viva para que sea posible preparar la superficie es necesario sacar el barco fuera de agua, secar bien el casco y luego empezar la preparación.

**Varadero** es un plano inclinado sobre cual se desplaza la grúa u objeto para levantar el barco. Es el sistema más antiguo utilizado y se practica para los barcos de tamaño pequeño, más bien en puertos deportivos.



*Ilustración 15: Varadero. Fuente: <https://uk.images.search.yahoo.com/search/images>*

**Dique seco** es un canal donde se introduce el barco, se cierra y se bombea toda el agua de interior hasta que el canal queda seco y el barco se apoya sobre una cama o picadero.



*Ilustración 16: Dique seco. Fuente: <https://uk.images.search.yahoo.com/search/images>*

**Dique flotante** es un buque que se puede hundir y sumergir su superficie. Primero se hunde con ayuda de los tanques que tiene incorporados, el barco se monta encima, y luego se achica toda el agua de los tanques lo que provoca que el barco dique se levante otra vez, levantando el otro barco montado encima.



*Ilustración 17: Dique flotante. Fuente: <https://uk.images.search.yahoo.com/search/images>*

## Condiciones de trabajo

Una vez teniendo el barco fuera del agua y preparado para su pintura, según la pintura que se vaya a utilizar es necesario colocar algún tipo de protección para el medio ambiente de los gases volátiles de la pintura, como por ejemplo **carpa protectora**. Así se aísla el entorno de trabajo del exterior y se evita la contaminación y también se protege el barco de condiciones ambientales de la zona. La carpa debe ser ventilada correctamente por la seguridad de los trabajadores y tener iluminación suficiente para asegurar buena visibilidad de los mismos.

Si estamos pintando en el interior del barco, también se deben aplicar las medidas para trabajo en el espacio cerrado. Muy importante es controlar la **ventilación**. Los gases que se liberan según el trabajo que se hace pueden afectar a la salud y seguridad de los trabajadores y por tanto es necesaria su extracción. Eso se puede hacer con equipos de renovación de aire, como aire acondicionado de toma de aire de embarcación propia.

Así también se pueden asegurar los otros parámetros muy importantes en procesos de pintado, como temperatura y humedad. Si **la temperatura** es alta eso puede dar lugar a pulverización seca, pero también una formación deficiente de la película de recubrimiento que provoca oxidación. Con temperaturas bajas se dificulta el proceso de pintado porque la pintura se espesa, provoca un secado muy lento, se puede retener el disolvente, en pintura de dos componentes un curado insuficiente, dar mala resistencia a corrosión y adherencia deficiente. El rango de las temperaturas debe estar entre 10 y 20°C, o la indicada en las instrucciones de las propias pinturas. Si se respeta ese rango, se consigue un secado más eficaz y más rápido.

**El punto de rocío** del aire es muy importante para controlar el riesgo de la condensación, que aparecerá si el punto de rocío es superior a la temperatura del sustrato. Si aparece condensación la pintura no dará buena adherencia, con posteriores desprendimientos y aparición de corrosión. El punto de rocío se puede controlar deshumidificando el aire.

## Preparación de la pintura

Así mismo, para la preparación de la pintura se debe seguir un par de pasos. Para empezar, se debe controlar su fecha de caducidad, ya que la pintura contiene elementos orgánicos. Si la pintura esta caducada eso puede provocar el cambio en condiciones químicas y físicas, por ejemplo, sedimentación dentro de la lata o reacciones químicas que modifican las propiedades de la pintura. El siguiente paso es asegurarse de que la pintura recibe buena agitación para unir todos los componentes bien, uniforme. En caso contrario, la mala unión podría provocar un curado insuficiente, dar lugar a corrosión y mal aspecto visual. Se puede agitar manualmente o mecánicamente. Algunas pinturas forman una capa sobre la superficie del líquido mientras están en envase. Esa piel se debe eliminar antes de agitar la pintura, Si se trata de pintura de dos componentes se debe mezclar los componentes en proporción adecuada. Esa proporción normalmente está indicada en las instrucciones de la pintura situada en la lata de la propia pintura. Una vez hecha la mezcla la pintura se debe gastar en un corto periodo antes de empezar a reaccionar y dar lugar su secado. (1)

Es muy importante conocer la ficha técnica de cada tipo de pintura que se va a utilizar y seguir sus instrucciones para tener buenos acabados.



*Ilustración 18: Secado de pintura. Fuente propia*

## 8. Aplicación de pintura, equipos y EPIS

Después de preparar la superficie que se quiere pintar se empieza a aplicar la primera capa de pintura. Las superficies metálicas necesitan primero una película protectora por debajo de la pintura que le va a dar protección contra corrosión, normalmente minio o wash primer. Esa capa debe tener las siguientes características: perfecta adherencia al soporte, protección anticorrosiva, buena resistencia, buena cubrición, rápido secado. Se debe aplicar unos 8 horas antes de la primera capa de pintura. (4)

En caso de la madera una vez eliminada la impureza de la superficie se debe aplicar una capa de barnices o imprimación epoxi, para proteger la madera y dar buena adherencia. Luego se debe tener en cuenta si la madera es de uso exterior o interior. Para exterior los barnices deben ser flexibles para que pueden aceptar dilataciones y contracciones de la madera sin dañar la película de la pintura, tener resistencia a las condiciones ambientales. Lasures es un material especial para la madera y su exterior. Posee menor cantidad de partículas sólidas que un barniz, por tanto, penetra mejor en la fibra de la madera, protegiéndola. Se aplica como primera capa protectora de hongos, insectos, rayos UV. Para interiores se deberían utilizar productos más rígidos y resistentes a los roces. Normalmente en la madera se aplican dos o tres capas de pintura impermeable, después una capa de pintura especial para adherencia y por último una o dos capas de pintura antiincrustante.

Cuando se aplican las capas de la pintura se debe tener en cuenta el espesor de cada capa, que puede ser húmeda o seca. Se mide en micras. Por ejemplo, una pintura aplicada en 100 micras de película húmeda es equivalente a 35-65 micras (según cantidad de disolvente que contiene) a pintura de película seca. Por norma general el espesor de cada capa de pintura seca debe estar entre 35-65 micras para que forme un proceso final de unas 120 micras. Por tanto, es necesario aplicar de 2 – 4 capas. Si se aplica solo una capa de ese espesor existen riesgos de formación de ampollas o que la pintura se arrugue o descuelgue. El espesor de cada capa depende de la rugosidad de la superficie, porosidad de la superficie, la temperatura, método de aplicación. Una superficie rugosa retiene más pintura que una lisa. Con temperatura fría la pintura se espesa y por tanto es más difícil extenderla. Según el método con que se quiere aplicar la pintura nos permite una u otro espesor de cada capa. Por

ejemplo, el rodillo deja un espesor de 20-40 micras, brocha 40-60 micras, pistola 30-200 micras. (11)

### Los equipos

Existen varios procesos de aplicación de la pintura sobre una superficie. Las técnicas que se van a elegir dependen un poco de la superficie en que se va a aplicar la pintura, coste de aplicación, por emisiones que emite la pintura, por espesor que se quiere aplicar... Los métodos más comunes son aplicación manual o por pulverización.

## 8.1. Pulverización

Dentro del método de pulverización se distingue: pulverización aerográfica y HVLP, pulverización *airless*, mixta y electrostática. Esa técnica conocida más como aplicación a pistola da un acabado perfecto, pero requiere un conocimiento previo y experiencia para su uso. Consiste en aplicar la pintura sobre una superficie a una distancia de forma automatizada, por el efecto de la presión, por aire comprimido o ambos factores.



Ilustración 19: Pistola convencional. Fuente propia

La pistola de **pulverización aerográfica convencional** es la más utilizada de todas. Consta de una pistola conectada a aire comprimido de 3-6 bares que expulsa la pintura líquida pulverizando. Con ese método se consigue un acabado uniforme y se ofrece buen control de pulverización, pero como desventaja produce un alto nivel de niebla (pulverización sobrante) y utiliza grandes cantidades de aire comprimido. El aire puede rebotar sobre la superficie, arrastrando una cantidad de la pintura, que puede caer sobre la pintura alrededor que da en lugar un mal aspecto, sucio. Por el lado económico de esta forma se gasta más pintura. (1) (4)

**La pistola de pulverización aerográfica HVLP** es similar a la convencional con la diferencia de que utiliza gran volumen de aire de baja presión para pulverizar la pintura. La presión de aire máxima es de 0.7 bar. Con esta técnica se aumenta la eficiencia hasta el 45%, se reduce la niebla, la pintura pulverizada sale más uniforme de la pistola. La pintura llega más suave a la superficie, evitando el rebote y con considerable reducción de la niebla. (4) (1)

**Pistola de pulverización *airless*** como la palabra indica no utiliza aire comprimido, sino que la pintura se bombea a presión, de 35-45 bar con una pequeña bomba, hidráulica, neumática o eléctrica. Con este sistema se reduce el rebote (niebla) con respecto a la pulverización convencional en un 50%. Tiene mayor velocidad de producción. Las gotas son más grandes y pueden producir una capa con mayor espesor con solo una pasada. Pero como desventaja el acabado tiene menor calidad, con un aspecto con burbujas, como piel de naranja, debido a la limitación de automatización de las gotas. (4) (1)

**Pistola de pulverización mixta** combina las mejores características de pulverización con aire y pulverización a presión. El aire llega a unos 0.3-2 bar y ayuda a la pulverización que va a presión. De esta forma se mejora la calidad de acabado, pero no llega a la calidad de sistema convencional. Además, la velocidad de pulverización no llega a la velocidad de sistema *airless*.

**Pistola de pulverización electrostática** utiliza alto voltaje de corriente continua a la pintura desviándola a un punto, después de que la pintura ha sido pulverizada por algunos de los anteriores métodos. (1) (4)



## 8.2. Método manual

Por otro lado, el método manual de aplicación de la pintura es más antiguo sistema que existe, bastante simple, se utilizan en lugares donde no se puede utilizar el otro sistema o por la falta de equipos, donde no se puede tener tan elevado porcentaje de niebla o se quiere recubrir un espacio pequeño y no sale rentable utilizar otros sistemas. Los útiles para aplicación de la pintura son la brocha y el rodillo. El **brocheado** introduce la pintura en todos los huecos y ángulos, en zona pequeñas con un acabado perfecto. Es importante elegir el tamaño de la brocha correcta para cada zona que se va a pintar. Cuando se utiliza es importante mantener un ángulo de 45° de superficie para obtener un acabado perfecto, sin marcas. Por otro lado, con **rodillo** se pueden cubrir las zonas mayores en menor tiempo, pero el acabado que da no es de misma calidad que con la brocha. (4)



*Ilustración 20: Herramienta para pintado manual. Fuente propia*



## EPIS

La protección que se debe llevar en el proceso de pintado incluye protección respiratoria como mascarilla, protección ocular, de mano y de cuerpo.

La **mascarilla** se utiliza durante las aplicaciones a pistola, por formación de niebla. La mascarilla debe constar de filtros mixtos para retención de las partículas y vapores orgánicos, que sean homologados CE, norma EN141, de diferentes clases. Cuando se elige una mascarilla se debe prestar atención al nivel VLA (valor limite ambiental) que tiene para garantizar su protección adecuada. Los filtros se pueden cambiar. Si el filtro está sucio se puede ver bien visualmente o por el hecho de que la respiración sea un poco más dificultosa. También existen las mascarillas de un uso solo. Son más simples, tienen un filtro más pequeño que no garantiza tan buena protección como otro tipo de mascarillas.



*Ilustración 21: Mascarillas. Fuente propia*

Para la protección visual se deben usar las **gafas** para evitar la proyección de pintura y disolventes sobre los ojos durante su manipulación y aplicación, igual que la proyección de partículas sólidas durante el proceso de lijado y preparación de superficie para su pintado.



*Ilustración 22: Gafas de protección. Fuente propia*

Los **guantes** deben ser impermeables a los disolventes orgánicos. Estos son muy fuertes y pueden provocar quemaduras del piel. Es importante evitar limpiar las manos con los disolventes para quitar restos de la pintura de las manos. También en la operación de lijado es recomendable el uso de los guantes para proteger el piel de partículas afiladas que pueden cortar o irritar la piel.

Los buzos se utilizan en sistema de pulverización a pistola. Su fin es la de proteger al operador de la niebla que se forma y los rebotes.



*Ilustración 23: Epis en operación de pintado, buzo y mascarilla. Fuente propia*

## 9. Código de colores en el buque

Los colores en un buque varían un poco con cada barco y naviera, pero existe un código en general que se debe cumplir. Ese código resulta ser una herramienta de gran ayuda para los tripulantes del buque en las situaciones de emergencia y ayuda a mejorar el trabajo y la propia seguridad. Según COVENIN 187-2003 cada color tiene algún significado. El rojo es un color muy llamativo y se utiliza en señalización de peligro, incendio y prohibición. En un buque todas las líneas de contraincendios se pintan en rojo vivo. Naranja indica los puntos de peligro de maquinarias. Amarillo indica las zonas de riesgo, peligro y preocupación y si se combina con el negro es atención. (14)

La cubierta de un buque se suele pintar de colores oscuros: verde, gris oscuro, marrón... por la seguridad. Estos colores absorben los rayos UV y no reflejan. Eso es muy importante cuando el puente del barco se encuentra más a popa y necesita una buena visibilidad para maniobrar. Pero como los colores oscuros elevan la temperatura en su alrededor entre 5-15°C los mamparos del buque normalmente se pintan en colores claros, como blanco.


En la sala de máquinas las tuberías que conducen fluido deben estar señalizadas con un color acorde con el tipo de fluido que conducen. Existen diversas agencias que establecen estos códigos. *American Standard Association (A.S.A.)*, la más reconocida de todas, recomienda utilizar los siguientes colores de acuerdo con los productos:

COLOR							
	Naranja	Verde	Gris	Azul	Amarillo	Café	Blanco
FLUIDO	Se empleará para pintar tuberías sin aislar que conduzcan vapor a cualquier temperatura; tuberías que conduzcan ACPM, Fuel-oil, gasolina, petróleo y combustibles en general; tuberías de escape de gases de combustión; cilindros y tuberías de acetileno; tubería que conduzca gas carbónico.	Se empleará en tuberías y ductos para materiales granulados, etc. seguros y para mangueras de oxígeno en los equipos de soldadura oxi-acetilénica	Se empleará para pintar tuberías de aceite y sistemas de tuberías de agua fría; tuberías de agua caliente, con franjas de color naranja de dos pulgadas de ancho, espaciadas un metro entre sí; ductos y partes varias de sistemas de ventilación y extracción de gases, humos, neblinas, etc.	El color azul se empleará para pintar tuberías de aceite y sistemas de lubricación; tuberías y cilindros de oxígeno; conductos y bajantes de aguas lluvias; tubería que conduzca agua de pozos profundos.	Se empleará para pintar tuberías de aire comprimido; tuberías que conduzcan amoníaco, tuberías que conduzcan soluciones alcalinas o ácidas. Estas tuberías tendrán distintivo para identificar los fluidos.	El color café se empleará para pintar tuberías del condensado del vapor.	Este color se empleará para pintar tuberías que conduzcan refrigerantes y partes varias de los sistemas de vacío.

Ilustración 24: ASA código de colores. Fuente <https://www.arlsura.com/index.php>



International standard ISO 14726 es más concreto para las tuberías de un buque:



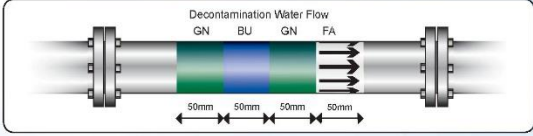
## Marine Pipeline Identification Tape

**Marine Pipeline Marking Tape Size: 50mm x 33m**

COLOUR	TAPE REF	ORDER CODE
Black	(BK)	MTBK50
Blue	(BU)	MTBU50
Brown	(BN)	MTBN50
Green	(GN)	MTGN50
Grey	(GY)	MTGY50
Maroon	(MN)	MTMN50
Orange	(OG)	MTOG50
Silver	(SR)	MTSR50
Red	(RD)	MTRD50
Violet	(VT)	MTVT50
White	(WH)	MTWH50
Yellow	(YEO)	MTYEO50
Flow Arrows	(FA)	MTFA50

**INTERNATIONAL STANDARD**  
ISO 14726 Ships and marine technology - Identification colours for the content of piping systems.

This system does not apply to piping systems for medical gases, industrial gases and cargo.



**Installation**  
Tapes should be fitted either side of valves, at bulkhead penetrations, T's and crosses etc. and at regular intervals along the pipe. Prior to application pipes and lagging must be dust and oil free. The tape should be overlapped by at least 20mm on the blind side of the pipe.

WASTE MEDIA	COLOUR	TAPE REF
Black water	[Black/Blue/Black]	BK-BU-BK
Waste oil / used oil	[Black/Brown/Black]	BK-BN-BK
Bilge water	[Black/Green/Black]	BK-GN-BK
Exhaust gas	[Black/Grey/Black]	BK-GY-BK
Grey water	[Black/White/Black]	BK-WH-BK
Sewage-contaminated	[Black/Yellow/Black]	BK-YEO-BK

OILS OTHER THAN FUELS	COLOUR	TAPE REF
Thermal fluid	[Orange/Blue/Orange]	OG-BU-OG
Lubrication oil for gas turbines	[Orange/Green/Orange]	OG-GN-OG
Hydraulic fluid	[Orange/Grey/Orange]	OG-GY-OG
Lubrication oil for steam turbines	[Orange/Silver/Orange]	OG-SR-OG
Lubrication oil for gears	[Orange/Violet/Orange]	OG-VT-OG
Lubrication oil for internal combustion engines	[Orange/Yellow/Orange]	OG-YEO-OG

FRESH WATER	COLOUR	TAPE REF
Fresh water, sanitary	[Blue/Brown/Blue]	BU-BN-BU
Potable water	[Blue/Green/Blue]	BU-GN-BU
Distillate	[Blue/Grey/Blue]	BU-GY-BU
Gas-turbine wash water	[Blue/Orange/Blue]	BU-OG-BU
Feed Water	[Blue/Silver/Blue]	BU-SR-BU
Cooling fresh water	[Blue/Violet/Blue]	BU-VT-BU
Chilled water	[Blue/White/Blue]	BU-WH-BU
Condensate	[Blue/Yellow/Blue]	BU-YEO-BU

FUEL	COLOUR	TAPE REF
Heavy fuel (HFO)	[Brown/Black/Brown]	BN-BK-BN
Aviation fuel	[Brown/Blue/Brown]	BN-BU-BN
Biological fuel	[Brown/Green/Brown]	BN-GN-BN
Gas-turbine fuel	[Brown/Grey/Brown]	BN-GY-BN
Diesel fuel (MDO)	[Brown/Yellow/Brown]	BN-YEO-BN

SEA WATER	COLOUR	TAPE REF
Decontamination water	[Green/Blue/Green]	GN-BU-GN
Sea water, sanitary	[Green/Brown/Green]	GN-BN-GN
Ballast water	[Green/Grey/Green]	GN-GY-GN
Cooling sea water	[Green/Yellow/Green]	GN-YEO-GN

NON-FLAMMABLE GASES	COLOUR	TAPE REF
Oxygen	[Grey/Blue/Grey]	GY-BU-GY
Inert gas	[Grey/Brown/Grey]	GY-BN-GY
Nitrogen	[Grey/Green/Grey]	GY-GN-GY
Refrigerant	[Grey/Maroon/Grey]	GY-MN-GY
Compressed air LP (Low Pressure)	[Grey/Orange/Grey]	GY-OG-GY
Compressed air HP (High Pressure)	[Grey/Red/Grey]	GY-RD-GY
Control air / regulating air	[Grey/Violet/Grey]	GY-VT-GY
Breathing air *	[Grey/White/Grey]	GY-WH-GY
Breathing gas *	[Grey/Yellow/Grey]	GY-YEO-GY

STEAM	COLOUR	TAPE REF
Steam for heating purposes	[Grey/Black/Grey]	SR-BK-SR
Exhaust steam	[Grey/White/Grey]	SR-WH-SR
Supply steam	[Grey/Yellow/Grey]	SR-YEO-SR

FIRE FIGHTING / FIRE PROTECTION	COLOUR	TAPE REF
Fire-fighting water	[Red/Green/Red]	RD-GN-RD
Fire-fighting gas	[Red/Grey/Red]	RD-GY-RD
Sprinkler water	[Red/Orange/Red]	RD-OG-RD
Spray water	[Red/Violet/Red]	RD-VT-RD
Fire-fighting powder	[Red/White/Red]	RD-WH-RD
Fire-fighting foam	[Red/Yellow/Red]	RD-YEO-RD

AIR IN VENTILATION SYSTEMS	COLOUR	TAPE REF
Discharge air	[White/Black/White]	WH-BK-WH
Mechanical supply air, cold	[White/Blue/White]	WH-BU-WH
Natural exhaust air	[White/Brown/White]	WH-BN-WH
Atmospheric air	[White/Green/White]	WH-GN-WH
Mechanical exhaust air	[White/Grey/White]	WH-GY-WH
Decontaminated supply air	[White/Maroon/White]	WH-MN-WH
Mechanical recirculated air	[White/Orange/White]	WH-OG-WH
Mechanical supply air, warm	[White/Silver/White]	WH-SR-WH
Smoke clearance	[White/Red/White]	WH-RD-WH
Conditioned supply air	[White/Violet/White]	WH-VT-WH
Natural supply air	[White/Yellow/White]	WH-YEO-WH

FLAMMABLE GASES	COLOUR	TAPE REF
Hydrogen	[Yellow/Blue/Yellow]	YEO-BU-YEO
Acetylene	[Yellow/Grey/Yellow]	YEO-GY-YEO
Liquid gas	[Yellow/Violet/Yellow]	YEO-VT-YEO

FLOW ARROWS	COLOUR	TAPE REF
Flow arrows	[White/Black/White]	FA

32

\* This marking is used in sub-marines for distribution systems of breathing air from cylinders.

© JALITE PLC  
L17580

Ilustración 25: Códigos de colores ISO. Fuente: <http://jalitemarine.com/Pipeline-Marking-Tape>

En caso de los buques de Naviera Armas el código es bastante parecido, con pequeñas variaciones. Por ejemplo: las secciones donde pasa el aceite se pintan de amarillo, las secciones con el fuel pesado de marrón, diésel de rojo oscuro, agua salada de verde, agua dulce de azul y además según la temperatura de azul claro (BT) o azul oscuro (HT), las válvulas de vapor de color blanco y negro.



*Ilustración 26: colores de diferentes equipos en sala de máquinas. Fuente propia*

Además se ha comprobado que los colores pueden influir en el estado del ánimo de una persona. Eso es muy importante en los ámbitos de trabajos duros, donde se hacen muchas horas y bajo un estrés elevado. Por tanto, es necesario conseguir el efecto de calma de una persona y su eficiencia en el trabajo. Los colores claros dan sensación de amplitud mientras que los colores oscuros por contrario acortan las dimensiones a la vista. El color blanco da sensación de normalidad, tranquilidad y se asocia con la limpieza. El verde se asocia con la naturaleza, da una sensación de seguridad, impresión pacífica. El rojo por el contrario es un color cálido, muy llamativo que se asocia a fuego, peligro, es excitante. El negro es más neutro, se asocia a noche y vacío.



## 10. Defectos de la pintura

Una mala preparación de la base, la elección incorrecta del tipo de pintura, su empleo incorrecto, empleo en malas condiciones, todo eso puede causar una serie de defectos en las películas de la pintura.

**El desprendimiento** aparece cuando hay falta de adherencia entre la base y el revestimiento, la pintura se fisura de forma irregular levantándose por los bordes. Eso ocurre con las pinturas rígidas cuando se pinta bajo condiciones atmosféricas desfavorables, cuando la superficie estaba sucia antes de pintar o aplicando una capa de pintura muy gruesa. (1)



*Ilustración 27: Desprendimiento de la pintura. Fuente propia*

**El ampollado** o superficie con burbujas no se debe a que la pintura esté defectuosa, sino a una mala preparación de la superficie. Si se aplica en una superficie muy caliente los disolventes de transferencia se secan muy rápido y así no están suficiente tiempo en contacto con las nuevas capas y anteriores como para unirlos bien. Así se genera un secado prematuro, un desnivel y falta de adherencia. Igual que si se aplica sobre una superficie húmeda, la primera capa queda húmeda y no se seca suficiente respecto a posteriores capas, eso provoca formación de ampollas. (1)



*Ilustración 28: Ampollado. Fuente propia*

**La degradación** de la pintura es más provocada por influencia de factores externos. Los más importante son: térmicos, mecánicos, físico-químicos, biológicos. Los térmicos son por una equivocada elección de las pinturas frente a diferentes condiciones ambientales. Mecánicos por presencia de fisuras y grietas. (15)



*Ilustración 29: Degradación. Fuente propia*

**La falta de adherencia** entre la superficie y la primera capa o entre dos capas puede provocar desprendimiento de la pintura. La causa de este fenómeno puede ser que la superficie está demasiado lisa, por exceso de humedad o por aplicar capas demasiado gruesas. (15)

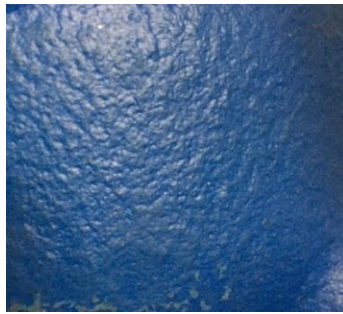


*Ilustración 30: Falta de adherencia. Fuente propia*

**La piel de naranja** es un defecto de una superficie no uniforme y con aspecto granuloso parecido a piel de naranja. Se forma por falta de nivelación en la aplicación de la pintura, por viscosidad elevada, por los disolventes que se evaporan demasiado rápido, temperatura de secado demasiado elevada o exceso de espesor de la película. Si eso pasa se recomienda al final del pintado lijar la superficie con una lija fina y si es necesario volver a aplicar otra capa de pintura. Para prevenir ese defecto es importante mirar la ficha técnica de la pintura,



utilizar los disolventes adecuados, controlar la temperatura del ambiente y controlar el espesor de capa. (16)



*Ilustración 31: Piel de naranja. Fuente propia*

**Las grietas** en la capa final de la pintura se forman por causa de una preparación de la pintura inadecuada, la capa de fondo poco seca o por capas aplicadas demasiado gruesas. Para evitar ese problema cuando se aplican las capas se debe esperar un tiempo para que se sequen bien y aplicar espesores recomendados por el fabricante. (15)



*Ilustración 32: Grietas. Fuente propia*

**Los cráteres** son un defecto superficial producido por falta de humectación del soporte producido por presencia de aceites, grasa, silicona, que repelen la pintura. Es importante limpiar las superficie antes de pintar, utilizar disolventes antisilicónicos.



*Ilustración 33: Cráteres. Fuente propia*

**El velado** es la falta de brillo causada por la rápida evaporación de los disolventes y condensación de la humedad ambiental que es insoluble con resinas aplicadas. Por eso es importante que la pintura se aplique en un ambiente con HR menos de 80%, en sitios bien ventilados.

**El sangrado** se muestra como una mancha en la superficie, cuando la pintura antigua sale a la superficie de la pintura nueva.



*Ilustración 34: Sangrado. Fuente propia*

**La corrosión** de la pintura sale a la superficie por reacción electroquímica del metal con el oxígeno en presencia de humedad. Aparece en falta de limpieza o larga exposición de la superficie metálica sin recubrimiento o pretratamiento adecuado. En este caso se debe sanear bien la superficie, eliminar todos los rastros de corrosión y antes del pintado poner una capa de protección anticorrosiva.



*Ilustración 35: Corrosión. Fuente propia*

**El polvo y la suciedad** hacen que la pintura no se adhiera totalmente con la superficie pintada y al cabo de algún tiempo la pintura se empieza a desprender en forma de escamas.



*Ilustración 36: Polvo y suciedad. Fuente propia*

**Los descuelgues** son escurridos de la pintura cuando se aplica en superficies verticales. Por una viscosidad muy baja producida por exceso de disolventes, aplicar disolventes caducados o temperatura de ambiente baja. La solución es aumentar la viscosidad aplicando menos disolvente, aplicar varias capas más finas.



*Ilustración 37: Descuelgues. Fuente propia*

**El arrugamiento** es la presencia de arrugas en la película final de la pintura. Se forma por excesivo espesor de película, aplicación en la superficie demasiado caliente o por disolventes no adecuados, más bien agresivos. Es importante verificar si la pintura puede aceptar ciertos tipos de disolventes. (16)



*Ilustración 38: Arrugamiento. Fuente propia*

**La rugosidad** tiene mucha importancia en la economía del buque. Cuando la pintura que se aplica en la obra viva no se aplica de forma adecuada por defectos de chorreado, equipos de pintado inadecuados, mala aplicación, malas condiciones ambientales durante la aplicación de la pintura, defectos de preparación... puede provocar que eso aumente la rugosidad del casco. Por cada 10 micras de aumento de rugosidad se aumenta la potencia del buque un 1%, la velocidad disminuye un 0,3% y el gasto de combustible aumenta un 1%. (10)



# 11. Repercusiones en salud, medio ambiente y seguridad

## Salud

La utilización de compuestos tóxicos en la pintura tiene varios efectos en la medio ambiente pero también en la salud del operario. La constante exposición a un tipo de toxicidad provoca una patología laboral específica. Por tanto, es muy importante mirar los componentes a la hora de seleccionar la pintura. Los riesgos toxicológicos provienen de los aditivos de la pintura que se añaden para mejorar su calidad: resistencia al agua, rayos UV, anticorrosiva, flexibilidad, pigmentos... Otro factor importante es el tiempo que está expuesto el operador a esos elementos tóxicos. El modo en que entran sustancias tóxicas en el cuerpo principalmente es a través de la vía respiratoria, pero también por el contacto directo con la piel o por vía digestiva. (4)

El molibdeno que se usa como componente de pigmento entra en el cuerpo través de la vía respiratoria, provocando tos, vómitos, diarrea. El plomo puede entrar por vía respiratoria o digestiva y provoca cólico saturnio, parálisis en manos, nefritis. Zinc, níquel y cobalto pueden entrar en el organismo por vía respiratoria o contacto con la piel. Provocan dificultad respiratoria, irritaciones, asma alérgica, irritaciones oculares. El cromo entra en el contacto con la piel y provoca dermatitis, ulceraciones, tos, bronquitis, asma, cáncer pulmonar. (4)

Los disolventes como son volátiles se introducen en el cuerpo fácilmente través de la vía respiratoria. Pueden provocar náuseas, vómitos, vértigos, irritaciones de la piel, ojos, quemaduras graves. Los alcoholes como son solubles en agua, una vez absorbidos por el organismo se distribuyen rápidamente en la sangre y se eliminan por la orina. Hidrocarburos aromáticos como tolueno, xileno, naftas aromáticas, etc. pueden provocar irritaciones de la piel y los ojos. Los ésteres son de baja toxicidad. Pueden causar somnolencia, cansancio, falta de apetito. Éter-alcoholes se absorben fácilmente por la piel. Irritan piel y órganos respiratorios. Una vez absorbidos atacan sistema nervioso central, pulmón, hígado y riñón. (4)

Los endurecedores contienen moléculas como toluideno TDI, bastante peligrosas por su volatilidad, diisocianato de difenilmetano MDI, hexametileno HDI, isozolona IPDI, todas susceptibles de provocar afecciones pulmonares. Aparecen entre 4 y 8 horas después de la exposición y desaparecen espontáneamente de 3 a 7 días después. Si el cuerpo está expuesto un tiempo prolongado puede provocar asma.

Todas las pinturas deberían tener un etiquetado indicando componentes que contiene, grado de toxicidad y riesgo para la salud, tanto como el riesgo para el medio ambiente y así los operadores pueden ser conscientes del grado de riesgo a que están sometidos y del tipo de protección necesaria que se debe utilizar.

### Medio ambiente

Igual que la pintura presenta un riesgo para la salud humana, también es un riesgo para el medio ambiente. Las emisiones que se forman de las sustancias volátiles de la pintura se denominan COV (compuestos orgánicos volátiles) o VOC en inglés. Según el grado en que se emiten pueden ser contaminantes del aire muy peligrosos. Contribuyen a la formación de smog. En caso extremo actúan como destructores del ozono estratosférico.

Algunos residuos de pintura se clasifican como peligrosos y se deben almacenar de forma adecuada, con seguridad, conforme a la ley. Esos residuos son disolventes de la limpieza de los equipos, pintura preparada pero no utilizada, pintura caducada, envases de las pinturas y los disolventes... En el barco esos productos se guardan con etiquetado como basura de mercancía peligrosa y se recogen por una empresa de tierra especializada en retirada de este tipo de mercancía. Residuos líquidos y agua sucia de las pinturas se almacenan en los tanques especiales que luego se trasiegan a tierra en las cisternas de empresas que se dedican a recogida materiales peligrosos y residuos.

En caso de utilización de las pinturas *antifouling* es importante aplicar un tipo de pintura que no presente peligrosidad para los organismos marinos, solo para los microorganismos alrededor del barco.

## Seguridad

Los botes de las pinturas se deben **almacenar** en un sitio preparado para las pinturas, espacio seco, sin presencia de humedad, a temperatura ambiental de unos 15-25°C, local bien ventilado y muy importante con sistema de contraincendios adecuado para ese tipo de productos, extintores de polvo y rociadores. Deben estar en el perfecto estado, sin golpes, con cierre hermético.



*Ilustración 39: Medidas de seguridad. Fuente propia*





## **VI. Conclusión**

El proceso de pintado sin duda es una de las tareas más practicadas a bordo. Llevar a cabo esta tarea de forma eficiente prolonga la vida útil del mismo. Por tanto, es necesario tener un conocimiento más profundo sobre las pinturas y sus aplicaciones correctas.

La finalidad de mi trabajo de fin de grado es facilitar al oficial a cargo los conocimientos prácticos y teóricos necesarios para realizar este mantenimiento de manera correcta.

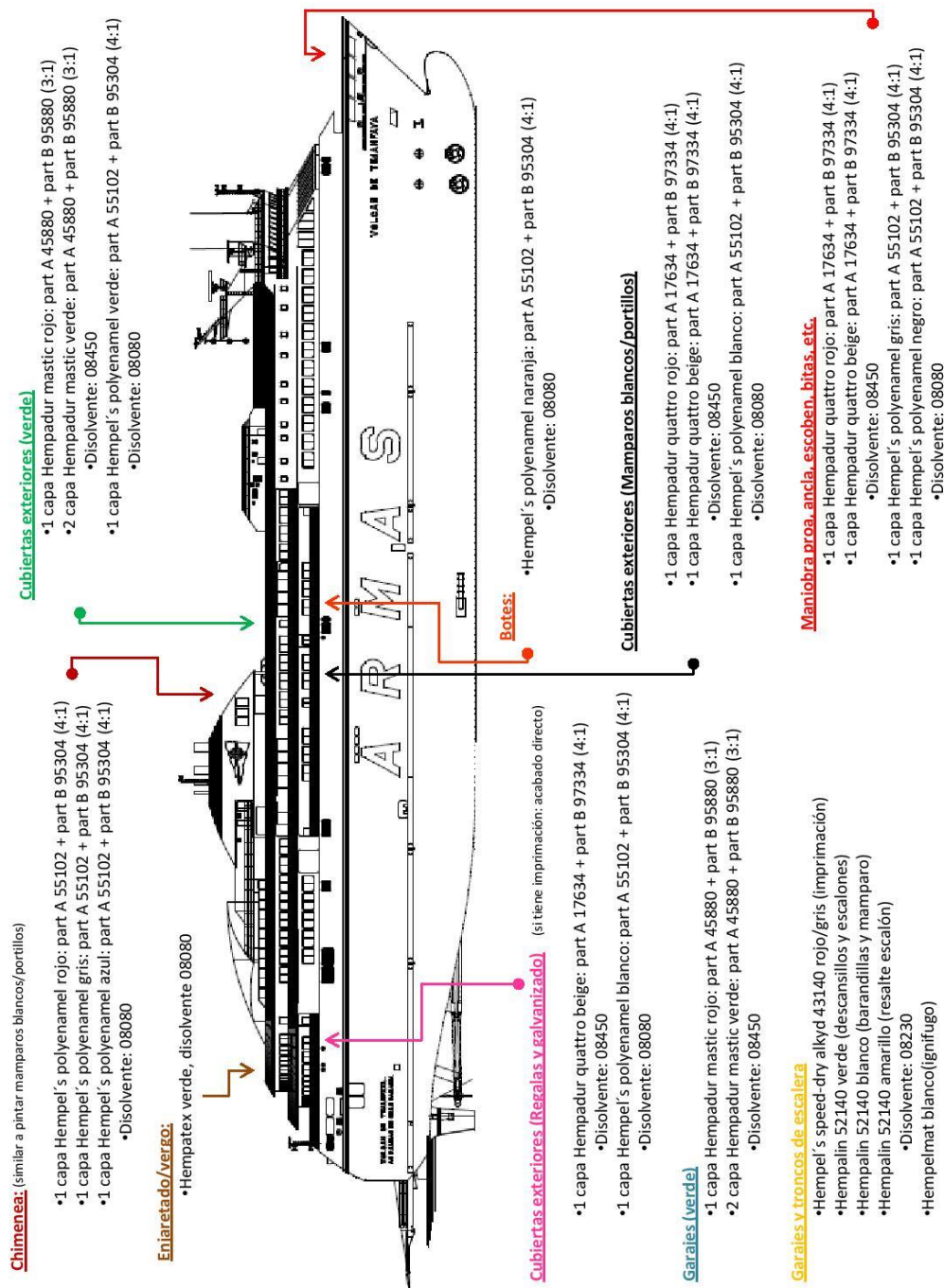


## VII. Bibliografía

1. [aut. libro] L. Vielhaber. *Tecnología de los esmaltes*. Barcelona : Reverte, 1961.
2. historia de la pintura 1. [En línea] [Citado el: 20 de enero de 2019.]  
[http://www.nervion.com.mx/web/conocimientos/historia\\_pinturas.php](http://www.nervion.com.mx/web/conocimientos/historia_pinturas.php).
3. historia de la pintura. [En línea] [Citado el: 20 de enero de 2019.]  
<http://www.habamadrina.com/home/pequeno-manual/charla-virtual-cpnaa/historia-de-las-pinturas> .
4. [aut. libro] Erich Stoch. *Manual de lacas y pintua*. Barcelona : Reverte, 1962.
5. pigmentos. [En línea] [Citado el: 26 de enero de 2019.]  
<https://chemicalsupplyvzla.wordpress.com/2016/10/17/componentes-de-la-pintura/>.
6. vehículos fijos. [En línea] [Citado el: 30 de enero de 2019.]  
[web28.1.19http://apexperTEAM.blogspot.com/2016/02/ParametrosyPropiedades.html](http://apexperTEAM.blogspot.com/2016/02/ParametrosyPropiedades.html).
7. propiedades. [En línea] [Citado el: 1 de febrero de 2019.]  
<https://ppqujap.files.wordpress.com/2016/05/proceso-de-pintura-y-resinas-sinteticas.pdf>.
8. propiedades 2. [En línea] [Citado el: 10 de febrero de 2019.]  
<https://www.clubensayos.com/Temas-Variados/Propiedades-de-las-Pinturas/941527.html>.
9. fabricación de la pintura. [En línea] [Citado el: 3 de febrero de 2019.]  
<http://blog.proteccionesypinturas.com/proceso-de-fabricacion-de-la-pintura-liquida/>.
10. La obra viva del buque, su conservación y pintado. [aut. libro] Lorenzo Ginesta y Baldebey. *Biología marina incrustante*. s.l. : Anave, 1980.
11. La obra viva del buque, su conservación y pintado. [aut. libro] Sergio Mantolan. *Rugosidad de la carena* . s.l. : Anave, 1980.
12. La obra viva del buque, su conservación y pintado. [aut. libro] Joaquin de Espona. *La investigación de los medios preventivos contra la corrosión e incrustaciones*.
13. [En línea] 10 de febrero de 2019. [www.hempel.com](http://www.hempel.com).
14. código de colores. [En línea] [Citado el: 1 de marzo de 2019.]  
<https://micanaldepanama.com/wp-content/uploads/2012/01/301.pdf>.
15. defectos 2. [En línea] [Citado el: 16 de febrero de 2019.] [www.bernardoecenarro.com](http://www.bernardoecenarro.com).
16. defectos 1. [En línea] [Citado el: 15 de febrero de 2019.] [www.lechler.eu](http://www.lechler.eu).



# Anexo I Esquema de aplicación de la pintura



## Anexo II Tabla de comparación de tipos de pinturas

Tipos de pinturas	Resinas, Disolventes, Pigmentos	Interior/ Exterior	Superficie de aplicación	T de aplicación	Propiedades	Importante
Pinturas al temple	R: vegetal D: el agua P: yeso y carbonato de calcio	Interior	Yeso Escayola	T>5°C		No es resistente al agua
Pinturas al cal	R: cal D: el agua P: hidróxido de calcio o cal apagada	Interior Exterior	Ladrillos porosos Piedras	T>8°C	Porosa y absorbente	Tóxica
Pinturas plásticas	R: vinílica, acrílica D: el agua	Interior Exterior	Edificios	T>10°C	Resistente al agua	
Pinturas de clorocaucho	R: caucho D: cloro	Interior Exterior	Casco de barco	T>5°C	Resistente a hongos, mohos, agua y agentes químicos	
Pinturas al aceites	R: D: aceite de linaza P:	Exterior	Madera Metal	T>10°C	Anticorrosiva, resistente al agua	No son para inmersión en agua
Pinturas bituminosas	R: brea, hulla, gilsonita	Interior Exterior	Metal Hormigón Casco de barco	T>5°C	Resistente a rayos UV Impermeable al agua	
Pinturas epoxi	R: epoxi D: todos menos acetonas	Interior Exterior	Industria	T>10°C		
Pinturas brea-epoxi	R: epoxi con asfalto o brea D: P:	Exterior		T>15°C	Resistente al agua, agentes químicos y altas T >60°C, es buen aislante	
Pinturas nitrocelulósicas	R: nitrocelulosa	Interior Exterior	Madera Metal Carrocería de coche			
Pinturas zinc-silicato	R: silicato de arena D: cetona, alcoholes, combustibles, esteres	Interiores Exteriores			Anticorrosiva	Inflamable
Pinturas de aluminio			Ámbito marítimo		Resistente a rayos UV, humedad y T=200°C	
Pinturas ignífugas					Impiden propagación de fuego	
Pinturas antigotas	R: acrílica D: el agua P: bióxido de titanio, óxido de hierro, silicato magnésico				Resistente a rayos UV, a contracciones y tracciones	

Hempel	Componentes/ Mezcla	Superficies de aplicación	Propiedades	T aplicación, T inflamación, T exposición
Mastic 45880	2 componentes 95880- 4:1	Metal	Preparación de superficie	Ta>10°C Ti=35°C Te=120°C
Polyenamel 55102	2 componentes 95304- 4:1	Todas	Anticorrosiva	Ta>15°C Ti=35°C Te=120°C
Quattro 17634	2 componentes 97334- 4:1	Tanques de lastre y combustible	Anticorrosiva, resistente al agua salada y combustible	Ta>-10°C Te=120°C
Mille Dynamic	1 componente	Todas	Antiincrustante, autorrenovable	
Hempadur 15570	2 componentes 95570- 3:1	Tanques de lastre	Anticorrosiva	Ta>-10°C Ti=25°C Te=140°C
Spray-guard 35490	2 componentes 95690- 5.7:1	Acero	Antideslizante, anticorrosiva	Ta>20°C Te=140°C
Primer Undercoat 13201	1 componente	Fibra, madera, acero		Ti=40°C
Underwater Primer 26030	1 componente	Bajo agua: fibra, madera, acero	Antiincrustante	
Boat Varnish	1 componente	Madera	Resistente a bajas temperaturas, bruscos cambios climáticos, rayos UV y al poluciones	Ta>5°C Ti=39°C
Dura Gloss Varnish 02020	1 componente	Madera, En ámbito marino	Resistente a rayos UV	Ti=38°C
Hempawood fondo protector 01500	1 componente	Madera	Contra hongos e insectos	Ta>8°C Ti=65°C