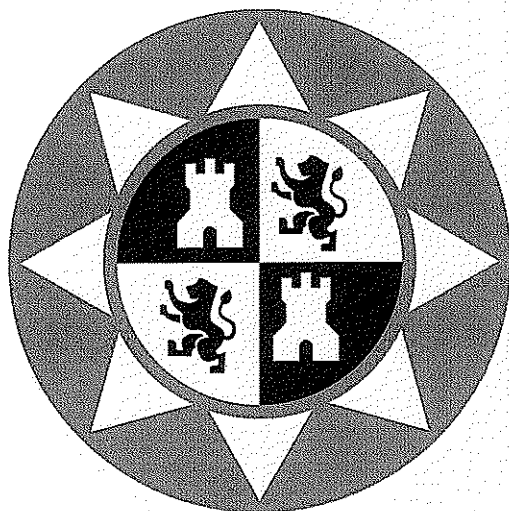


PROYECTO FINAL DE CARRERA.



EL PROCESO DE FABRICACIÓN DE PINTURAS:

DESCRIPCIÓN, COMPOSICIÓN Y ESTUDIO HIGIÉNICO.



Juan Manuel Villanueva Fenoll.
Ingeniería de Organización Industrial



ÍNDICE

PARTE I:

INTRODUCCIÓN AL CONCEPTO DE HIGIENE INDUSTRIAL E INTRODUCCIÓN AL CONCEPTO DE PINTURA.

1.0 LA HIGIENE INDUSTRIAL.

1.1 INTRODUCCIÓN A LA PINTURA.

1.2 ELEMENTOS FUNDAMENTALES QUE COMPONEN LA PINTURA.

PARTE II:

EL PROCESO DE FABRICACIÓN DE PINTURAS E IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS.

2.0 PROCESO GENERAL DE FABRICACIÓN DE PINTURAS.

*2.1 IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS DEL PROCESO DE FABRICACIÓN DE
PINTURAS.*

PARTE III:

CONTAMINANTES HABITUALES EN EL PROCESO DE FABRICACIÓN Y TOXICOLOGÍA.

3.0 INTRODUCCIÓN.

3.1 IDENTIFICACIÓN DE LOS VALORES LÍMITE AMBIENTALES.

*3.2 DETERMINACIÓN DE LAS CONCENTRACIONES Y MÉTODOS DE
MUESTREO.*

PARTE IV:

VALORES LÍMITE DE EXPOSICIÓN Y MEDIOS DE MUESTREO.

4.0 INTRODUCCIÓN.

4.1 DETERMINACIÓN DE LAS CONCENTRACIONES Y MÉTODOS DE MUESTREO DE LOS CONTAMINANTES DE LA PINTURA.

PARTE V:

MUESTREO Y CONCLUSIONES DE LOS RESULTADOS.

5.0 INTRODUCCIÓN.

5.1 MUESTREO, RESULTADOS OBTENIDOS Y EVALUACIÓN PARA LA MATERIA PARTICULADA.

5.2 MUESTREO, RESULTADOS OBTENIDOS Y EVALUACIÓN PARA EL TOLUENO Y EL XILENO.

PARTE VI:

MEDIDAS PARA REDUCCIÓN DE LA CONCENTRACIÓN. Y CONCLUSIONES DE LOS RESULTADOS.

6.0 INSTALACIÓN DE UNA CAMPANA DE VENTILACIÓN.

6.1 TOMA DE MUESTRAS CON LA CAMPANA DE VENTILACIÓN.

6.2 RECOMENDACIONES EPI.

PARTE I.

*Introducción al concepto de Higiene Industrial e
introducción al concepto de Pintura.*

1.0 La higiene industrial.

1.1 Introducción a la pintura.

*1.2 Elementos fundamentales que
componen la pintura.*

PARTE I:

INTRODUCCIÓN AL CONCEPTO DE HIGIENE INDUSTRIAL E INTRODUCCIÓN AL CONCEPTO DE PINTURA.

1.0 LA HIGIENE INDUSTRIAL.

El trabajo es esencial para la vida, el desarrollo y la satisfacción personal. Por desgracia, actividades indispensables, como la producción de alimentos, la extracción de materias primas, la fabricación de bienes o producción de energía, y la prestación de servicios implican procesos, operaciones y materiales que en mayor o menor medida, crean riesgos para la salud de los trabajadores, las comunidades vecinas y el medio ambiente en general.

La generación y la emisión de agentes nocivos en el medio ambiente de trabajo pueden prevenirse mediante intervenciones adecuadas para controlar los riesgos, que no sólo protegen la salud de los trabajadores, sino que reducen también los daños al medio ambiente que suelen ir asociados a la industrialización.

La profesión que se dedica específicamente a la prevención y control de los riesgos originados por los procesos de trabajo es la higiene industrial. Los objetivos de la higiene industrial son la protección y promoción de la salud de los trabajadores, la protección del medio ambiente y la contribución a un desarrollo sostenible y seguro.

1.0.1 Definición de Higiene Industrial.

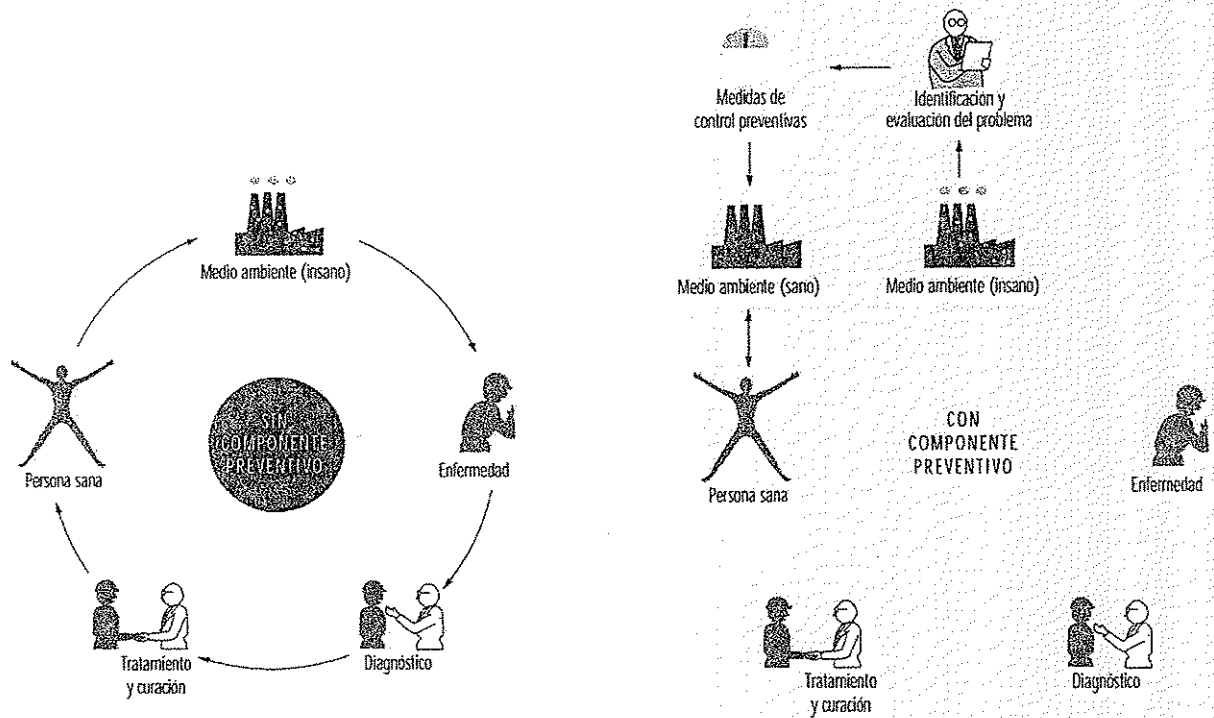
Definimos la higiene industrial como la ciencia de la anticipación, la identificación, la evaluación y el control de los riesgos que se originan en el lugar de trabajo o en la relación con él, y que pueden poner en peligro la salud y el bienestar de los trabajadores, teniendo también en cuenta su posible repercusión con el entorno y el medio ambiente.

Aunque podemos encontrar diferentes definiciones de higiene industrial, todas ellas tienen esencialmente el mismo significado y se orientan al mismo objetivo fundamental, que es el de proteger y promover la salud y el bienestar de los trabajadores.

Las acciones preventivas derivadas de esta profesión deben iniciarse mucho antes de que se manifieste cualquier daño para la salud de la persona, es decir, antes de que se produzca la exposición del individuo a la fuente nociva. Por lo anterior, se concluye que es preciso que el ambiente de trabajo debe ser sometido a vigilancia continua para que sea posible detectar, eliminar y controlar los agentes y factores peligrosos que causan efectos perjudiciales.

Las personas interactuamos continuamente con el medio ambiente y con el entorno de trabajo. La prevención y el control sobre el entorno anteriormente comentado resulta de gran importancia ya que la consecuencia directa de este control es la mejora de las

condiciones del trabajador, es decir, es la garantía para que la actividad laboral tenga lugar en el marco de unas condiciones garantizadas para las personas.



1.0.2 Etapas de la Higiene Industrial.

Son tres las etapas clásicas de la práctica de la higiene industrial, las cuales citamos y explicamos a continuación:

- Etapa 1: Identificación de Peligros.
- Etapa 2: Evaluación de los peligros identificados.
- Etapa 3: Prevención y control de riesgos.

Etapa de Identificación de Peligros.

Esta etapa supone un paso fundamental en la práctica de la higiene industrial, ya que resulta indispensable para una planificación adecuada de la evaluación de riesgos y estrategias de control. La identificación de peligros es fundamental para determinar los agentes que pueden estar presentes en qué circunstancias, y la naturaleza de los posibles efectos nocivos para la salud.

Para poder llevar a cabo una efectiva primera etapa, es decir, para poder identificar correctamente las fuentes y agentes peligrosos, es preciso tener un conocimiento exhaustivo de los procesos y operaciones de trabajo, las materias

primas y las sustancias químicas utilizadas o generadas. Así como los productos finales y los posibles subproductos.

De la identificación de peligros, se deriva una clasificación de los agentes que plantean riesgos para la salud de los trabajadores. Los diferentes grupos en los que se dividen, son los siguientes:

- Contaminantes atmosféricos.
- Sustancias químicas no suspendidas en el aire.
- Agentes físicos.
- Agentes biológicos.
- Factores ergonómicos.
- Factores de estrés psicosocial.

Etapa de Evaluación de Peligros.

Esta etapa tiene por finalidad realizar una valoración de la exposición de los trabajadores y extraer conclusiones sobre el riesgo para la salud. Para ello, es preciso evaluar la exposición, realizar una interpretación de los resultados y llevar a cabo mediciones de control.

Las evaluaciones de la exposición tienen como objetivo determinar la magnitud, frecuencia y duración de los trabajadores a un agente. El procedimiento más habitual es evaluar la exposición a la inhalación, aunque existen otros métodos. Para llevar a cabo las evaluaciones se realizan estudios iniciales para evaluar la exposición de los trabajadores y controles de seguimiento.

En la práctica, la interpretación de los resultados se compara con los límites de exposición profesional adoptados, cuya finalidad es ofrecer una orientación para evaluar los riesgos y establecer objetivos de control. Si la exposición supera los límites establecidos, es preciso adoptar medidas de acción correctoras.

Comparar los resultados de la evaluación de la exposición con los límites de exposición profesional, es una simplificación, ya que entre otras insuficiencias, no se tienen en cuenta muchos factores que influyen en la absorción de sustancias químicas, como por ejemplo, la susceptibilidad individual, la actividad física, la complejidad corporal, etc).

Otra etapa muy importante es la de la realización de mediciones de control. Los objetivos de realizar mediciones son los siguientes:

- Identificar y caracterizar fuentes contaminantes.
- Localizar puntos críticos en recintos o sistemas cerrados.
- Determinar las vías de propagación en el medio de trabajo.
- Comprobar diferentes intervenciones de control.

Etapa de Prevención y Control de Riesgos.

El principal objetivo de la higiene industrial es la aplicación de medidas adecuadas para prevenir y controlar los riesgos en el medio ambiente de trabajo.

Las normas y reglamentos si no se aplican , carecen de utilidad para proteger la salud de los trabajadores, y su aplicación efectiva suele exigir la implantación de estrategias tanto de vigilancia como de control.

Cuando es evidente que existen riesgos graves, deben introducirse controles incluso antes de realizar evaluaciones cuantitativas.

El objetivo del control de riesgos es el de eliminar la fuente nociva, prevenir o reducir la propagación de agentes peligrosos en el medio ambiente de trabajo. La manera de conseguir este objetivo, es aplicando una de las siguientes técnicas:

- Encerrar el agente nocivo.
- Eliminando la contaminación en el momento en el que sale de la fuente.
- Interfiriendo en su propagación.
- Reduciendo su concentración o su intensidad.

Las mejores intervenciones de control son las que consisten en alguna modificación de la fuente, ya que permiten eliminar el agente peligroso o reducir su concentración o intensidad. La fuente puede reducirse con medidas como la sustitución de materiales, la sustitución o la modificación de procesos o equipos y la mejora del mantenimiento de los mismos.

Cuando no se puede modificar la fuente, o cuando esta modificación no es suficiente para alcanzar el nivel deseado de control, deben prevenirse la emisión la difusión de agentes peligroso en el medio ambiente de trabajo interrumpiendo sus vías de transmisión, con medidas de aislamiento, ventilación localizada, instalación de barreras y defensas o asilamiento de los trabajadores.

Otras medidas que ayudan a reducir las exposiciones en el medio ambiente de trabajo son un diseño adecuado del lugar de trabajo, la ventilación por dilución o desplazamiento, una buena limpieza y un almacenamiento adecuado.

Un programa de control puede requerir también sistemas de vigilancia y de alarma, como son los detectores de monóxido de carbono alrededor de los hornos, de sulfuro de hidrógeno en las plantas de depuración de aguas residuales y de falta de oxígeno en recintos cerrados.

El higienista industrial debe obtener información detallada sobre los procesos, las operaciones y otras actividades de interés, con el fin de identificar los agentes utilizados, entre ellos materias primas, materiales manipulados o añadidos en el proceso de producción, productos primarios, intermedios, finales, de reacción, y subproductos.

(1) (Berinice I. Ferrari Goelzer)

1.0.3 Competencias del higienista industrial.

Como se ha comentado, el higienista industrial es la persona encargada de llevar a cabo el proceso anteriormente mencionado. El higienista industrial, es por tanto, una persona que es capaz de:

- Prever los riesgos para la salud que pueden originarse como resultado de procesos de trabajo, operaciones y equipos y en consecuencia, asesorar sobre su planificación y diseño.
- Identificar y conocer, en el medio ambiente de trabajo, la presencia de agentes químicos, físicos y biológicos y otros factores de riesgo, así como su interacción con otros factores que pueden afectar a la salud y el bienestar de los trabajadores.
- Conocer las posibles vías de entrada de agentes en el organismo humano y los efectos que esos agentes y otros factores pueden tener en la salud.
- Evaluar la exposición de los trabajadores a agentes y factores potencialmente nocivos y evaluar los resultados.
- Evaluar los procesos y los métodos de trabajo, desde el punto de vista de la posible generación y emisión de agentes y otros factores potencialmente nocivos con objeto de eliminar la exposición o reducirla a niveles aceptables.
- Diseñar y recomendar estrategias de control y evaluar su eficacia, solo o en colaboración con otros profesionales para asegurar un control eficaz y económico.
- Participar en el análisis del riesgo global y en la gestión de un agente, proceso o lugar de trabajo, y contribuir al establecimiento de prioridades para la gestión de riesgos.
- Conocer el marco jurídico para la práctica de la higiene industrial en su país.
- Educar, formar, informar y asesorar a personas de todos los niveles en todos los aspectos de la comunicación de riesgos.
- Trabajar con eficacia en un equipo interdisciplinario en el que participen también otros profesionales.
- Identificar los agentes y factores que pueden tener un impacto medioambiental y comprender la necesidad de integrar la práctica de la higiene industrial con la protección del medio ambiente.

1.1 INTRODUCCIÓN A LA PINTURA.

Podemos definir el término pintura como un compuesto fluido que a temperatura ambiente puede aplicarse sobre una superficie mediante instrumentos adecuados, transformándose después de la aplicación en una capa sólida y consistente que queda adherida a la superficie de imprimación.

Hoy en día, en la mayoría de procesos constructivos se exige un acabado utilizando pintura, ya sea para lograr una mejor apariencia en la parte de la construcción vista, ya sea en estructuras para protegerlas sobre el ambiente al que quedan expuestas, para que resistan a la acción del fuego, etc. Además, e independientemente del tipo de superficie sobre la que se aplique, la pintura tiene la virtud de mejorar la apariencia y textura de los diferentes acabados y de los mismos espacios arquitectónicos.

La pintura con color hace que las obras de arquitectura tanto en el exterior como en el interior provoquen que una construcción cambie de aspecto con el simple hecho de aplicar pintura para cambiar el tono de la luz ya sea natural o artificial, ya sea con tonos cálidos o fríos.

En las estructuras de acero y hormigón, la pintura ha pasado de ser una simple herramienta decorativa que se aplicaba con el fin de embellecer lo construido, a ser imprescindible debido a términos de seguridad y protección, pues hoy en día se consigue producir tipos de este compuesto que dotan a las estructuras de una protección ante ambientes nocivos que garantizan la durabilidad en las condiciones de funcionamiento adecuadas durante mayor tiempo. Por lo tanto, podemos hablar de la pintura como un componente cuya aplicación adopta un carácter obligatorio cuando nos referimos a la construcción de estructuras.

Hoy en día debido a la inversión en investigación en la industria petroquímica, es posible obtener pinturas fabricadas con resinas, pigmentos y cargas de alta calidad, pudiéndose elaborar compuestos resistentes al intemperismo, al paso del tiempo, a la lluvia ácida, la oxidación y el desgaste. Dependiendo del uso, podemos clasificarlas como:

- Pintura para uso residencial: se utilizan en casas, residencias, apartamentos o conjuntos horizontales. La elección de este tipo de pintura debe realizarse teniendo en cuenta factores como la apariencia, la resistencia, la variedad de colores, los terminados, la fácil aplicación y la durabilidad.
- Pintura para uso comercial: se utilizan en para oficinas, restaurantes, tiendas, teatros, cines, etc. La elección de un tipo de pintura u otro para aplicar en lugares de uso comercial, viene condicionada por la resistencia a la limpieza, a la abrasión, al tráfico, a la resistencia al uso intenso de la superficie, etc.
- Pintura para instituciones públicas: se utilizan en hospitales, escuelas, institutos, hoteles, edificios de gobierno, bibliotecas, auditorios, etc. Los

factores que harán decantarse por uno u otro tipo de pintura para este tipo de lugares, son los de resistencia a la abrasión, al uso, al desgaste, a la limpieza diaria, a la acción de los detergentes, etc.

- Pintura para uso industrial: se utilizan en: metalurgia, manufactura, laboratorios, automotriz, etc. Son varios los factores que condicionan la elección del tipo de pintura a aplicar para el uso industrial. Entre los más significativos, podemos señalar la luz, el agua, la resistencia a los productos químicos, resistencias a temperaturas extremas, resistencia al tráfico, la abrasión, las condiciones de operación de la planta, etc.

En general, fabricación de las pinturas se trata de un proceso industrial en el se combinan diferentes operaciones para modificar la naturaleza de las materias primas y obtener así los compuestos o productos esperados. El origen de las materias primas que se utilizan para realizar este material es muy diverso, así pues, se presentan características que pueden ser de naturaleza muy variada, como por ejemplo, la forma, la densidad, la resistencia, el tamaño o incluso la estética.

Como resultado del proceso de fabricación de pinturas se generan los productos y residuos. Los primeros se comercializan tratando de maximizar su valor, por otro lado, los residuos o contaminantes, que resultan nocivos para las personas y el medio ambiente, deben eliminarse o minimizar su emisión.

Durante la fabricación de la pintura, los trabajadores se ven expuestos a los contaminantes que resultan del proceso. Éstos contaminantes, se presentan en un diferente grado de concentración, y en función de unos valores que se publican en organismos oficiales, pueden catalogarse en admisible (si no altera la integridad del medio ambiente o la salud personal), o no admisible (si resulta perjudicial).

El objetivo de este proyecto es el de explicar en qué consiste el proceso general de fabricación de pinturas, exponer y comentar cuales son los posibles contaminantes con los que nos podemos encontrar y recoger valores de concentración de éstos elementos para una empresa y someterlos a análisis, para que tras una comparación con los valores estándares permitidos por las autoridades determinar si es preciso adoptar medidas correctoras para garantizar la integridad del empleado.

1.2 ELEMENTOS FUNDAMENTALES QUE COMPONEN LA PINTURA.

Las pinturas constituyen uno de los grupos más importantes de los que se incluyen en la denominación general de recubrimientos de superficie. Podemos definirla como un compuesto fluido que a temperatura ambiente puede aplicarse sobre una superficie mediante instrumentos adecuados, transformándose después de la aplicación en una capa sólida y consistente que queda adherida a la superficie de imprimación.

Una pintura es una mezcla homogénea de diversos componentes, que se pueden separar en cuatro grupos fundamentales, que son:

- Resinas.
- Disolventes.
- Pigmentos y cargas.
- Aditivos.

A continuación se procede a explicar los componentes anteriormente citados.

1.2.1 RESINAS.

La resina es el componente más importante que caracteriza a la pintura, comúnmente denominada ligante ya que es el elemento responsable de la formación de la película y que, al secar, "liga" todos los componentes formando una unidad.

Constituyen la base principal que confiere al producto sus características especiales de brillo, elasticidad y resistencias químicas. Un revestimiento de pintura puede estar constituido por una o más resinas, existiendo siempre una como principal o mayoritaria, y otras de apoyo, en menores proporciones.

Existen diferentes tipos de resina, y por norma general, el tipo de resina da el nombre genérico a cada producto. A continuación enumeramos y explicamos los diferentes tipos de resinas.

1.2.1.1 Resinas alquídicas.

Son las resinas que provienen de la reacción química entre glicerina y anhídrido ftálico, a los que se añaden cantidades más o menos importantes de aceites secantes.

Entre sus propiedades, se resaltan las siguientes:

El secado es más o menos rápido, y depende de la cantidad y tipo de aceite que lleva.

Es una resina de gran dureza, tiene un alto poder de retención del brillo y color y es resistente a la humedad.

Su espesor una vez aplicada no es grueso debido a que el secado se realiza por absorción del oxígeno del aire y se debe conseguir una buena penetración del oxígeno hasta lo más profundo de las capas de pintura.

El repintado debe seguir los tiempos establecidos para llevarse a cabo de manera estricta, de lo contrario, existe alto riesgo de que se produzcan arrugas y cuarteamientos de las pinturas aplicadas en estas condiciones.

1.2.1.2 Resinas de clorocaucho:

Se trata de una resina sintética obtenida por cloración del neopreno, y se presenta en forma de un polvo blanco que hay que diluir en disolventes para que se pueda manejar.

Entre sus propiedades, se resaltan las siguientes:

Su secado o polimerización es por simple evaporación de los disolventes, y su gran ventaja es su rápido secado y su gran inercia química.

Las pinturas al clorocaucho ofrecen acabados duros, elásticos y resistentes a diferentes ácidos.

Su durabilidad es buena, pero muestran tendencia a clarear, y no resisten a los aceites vegetales y animales, grasas y disolventes, especialmente los aromáticos.

Pueden ser repintadas en cuanto están secas y no presentan intervalos máximos de repintado

1.2.1.3 Resinas vinílicas:

Aunque son parecidas a las de clorocaucho, su secado es más rápido y su resistencia química, retención de brillo y durabilidad son superiores al caucho clorado. Destacamos las siguientes propiedades:

Excelente resistencia al agua, a los ácidos y a los álcalis, a los aceites, grasas y ceras de origen mineral, vegetal y animal.

Su permeabilidad es muy baja. Su aplicación a brocha y rodillo no es indicada debido a su secado rápido; y precisamente por esto tienen escasas propiedades humectantes, lo que obliga a aplicar las pinturas vinílicas sobre superficies de acero muy bien preparadas.

Presentan la propiedad de ser solubles en sus propios disolventes, al igual que el clorocaucho, lo que asegura la adherencia entre capas.

1.2.1.4 Resinas epoxídicas:

Son productos que tienen la propiedad de reaccionar con agentes alcalinos, presentan gran dureza y tenacidad. En general, estos productos se caracterizan por:

Como un inconveniente resaltamos su presentación en dos envases separados (pintura fabricada con resina epoxi por un lado y endurecedor por otro) que deben mezclarse inmediatamente antes de la utilización, mezcla que tiene una duración limitada.

Presentan un curado lento por debajo de 15°C y puede considerarse prácticamente inexistente por debajo de 5°C, temperatura mínima a la que se pueden aplicar las pinturas epoxídicas.

Los intervalos de repintado son muy estrictos.

1.2.1.5 Resinas de poliuretano:

Se trata de unas resinas que, como las epoxídicas, curan o endurecen bajo la acción de endurecedores especiales, y por un mecanismo parecido al de las resinas anteriormente estudiadas. Su gran ventaja sobre ellas es que su retención de brillo y color es superior, siendo las pinturas de poliuretano las que por más tiempo conservan su brillo y color

Como características principales, aparte del mencionado brillo y color inicial, cabe hacer mención especial de su gran elasticidad y alta resistencia química.

1.2.2. DISOLVENTES.

Los disolventes son también muy importantes en lo que a la constitución de la pintura se refiere, pero no influyen de forma decisiva en las características de la película una vez seca. El uso de los disolventes es imprescindible para la fabricación, ya que la mayoría de las resinas son productos sólidos o de muy elevada viscosidad, y es preciso disolverlos a fin de poderlos manejar, y fabricar pinturas líquidas que se puedan aplicar con facilidad.

Los principales tipos de disolventes que podemos encontrar en el proceso productivo, son:

Hidrocarburos alifáticos: Son derivados del petróleo que tienen baja volatilidad y son generalmente empleados para la disolución de las resinas alquídicas.

Hidrocarburos aromáticos derivados del benceno. Tienen mayor volatilidad y se emplean para disolución de resinas alquídicas, vinílicas y de clorocaucho. Los tipos principales son el Xileno y el Tolueno.

Alcoholes, que son empleados en diferentes proporciones para equilibrar las mezclas de disolventes, como por ejemplo el butanol.

Las cetonas y los ésteres, constituyendo estos últimos un grupo de disolventes que podríamos llamar universales, de gran poder de disolución y que se suelen incorporar a las pinturas epoxídicas, vinílicas y de poliuretano, para mejorar algunas propiedades.

1.2.3 PIGMENTOS Y CARGAS.

Los pigmentos son sustancias que se incorporan a la pintura para darle cuerpo, opacidad, color, y en determinados casos, propiedades antioxidantes.

Además de los pigmentos, también intervienen en la formulación de las pinturas unos productos inertes denominados cargas, que inicialmente se añadieron para abaratar el coste de los pigmentos al sustituirlos, pero en la actualidad se trata de productos de calidad estudiada, es decir, se tratan como productos de calidad especialmente analizados para conseguir propiedades deseadas.

Podemos realizar la siguiente clasificación:

1.2.3.1 Pigmentos.

Son los productos sólidos en polvo que se añaden a la dispersión formando una mezcla homogénea, con la que se comunican propiedades como opacidad, color, resistencia mecánica y propiedades antioxidantes. Se pueden clasificar en inertes, antioxidantes y metálicos.

Pigmentos inertes:

Son compuestos minerales y orgánicos que cumplen con todas las propiedades que incorporan los pigmentos a la pintura exceptuando la de transmisión de propiedades antioxidantes, y el más utilizado es el dióxido de titanio, que se trata de un pigmento denominado como "blanco".

Otro grupo perteneciente al de los pigmentos inertes es el de los "pigmentos coloreados", el cual a su vez se subdivide en pigmentos inorgánicos o minerales, y pigmentos orgánicos.

Pigmentos inorgánicos o minerales.

Se añaden a la pintura en concentraciones elevadas, por lo que se obtienen productos de buena opacidad y brillo. Entre ellos destacamos:

- Óxido de hierro.
- Azules de hierro.
- Verdes y amarillos de cromo,
- Las naranjas y los rojos de molibdeno.
- Óxidos de hierro rojos y amarillo.

Pigmentos orgánicos.

Son de colores más vivos que los anteriores, como por ejemplo:

- Rojo de toluidina.
- Azules y verdes de ftalocianina.
- Negro de humo.

Pigmentos antioxidantes.

Los pigmentos antioxidantes son compuestos químicos minerales que intervienen en las reacciones químicas, y son los responsables de impedir el proceso corrosivo de la superficie que la pintura protege. Los principales pigmentos químicos son con los que podemos tratar son los compuestos derivados del zinc, como por ejemplo el cromato de zinc, el fosfato de zinc, etc.

Pigmentos metálicos.

El uso de estos compuestos tiene como finalidad comunicar ciertas propiedades antioxidantes a los metales, así como aumentar la impermeabilidad de productos.

1.2.3.2 Cargas.

Las cargas son compuestos minerales de color blanco o neutro, que se emplean por las propiedades físicas particulares que transfieren. Éstas son las siguientes:

- Mejora de la dureza.
- Mejora del matizado.
- Aumento del contenido en sólidos sin encarecer excesivamente.
- Disminución de la pintura a sedimentar.
- Aumento de la opacidad.

Las cargas más importantes que se utilizan son:

- El carbonato de calcio.
- El talco.
- El sulfato de calcio.
- El sulfato de ario.
- La mica, la sílice y el caolín.

1.2.4 ADITIVOS.

Los aditivos son compuestos que se añaden a las pinturas en pequeñas proporciones para mejorar alguna de sus propiedades.

Por lo general, se les designa con el nombre del defecto que combaten, como por ejemplo: antiespumante, antifloculante, etc.

Se utilizan para mejorar determinadas propiedades, como acelerar el secado y endurecimiento de las pinturas, para reducir o eliminar la formación de burbujas y ampollas en aplicaciones a rodillo o brocha, etc.

1.2.5 LA FORMACIÓN DE LA PELÍCULA DE PINTURA.

Una vez se han definido y explicados los cuatro grandes grupos de elementos en los que se puede dividir los componentes que integran la pintura, se explica brevemente como transcurre el proceso de pintado de cualquier superficie con pintura, es decir, el proceso de secado.

Una vez aplicada la pintura sobre un sustrato, se produce el fenómeno que habitualmente se conoce como secado, mediante el que la película de pintura líquida se transforma en una capa sólida. El fenómeno que regula esta formación de película es el que se conoce como el de polimerización o secado.

Como se ha comentado, la pintura se compone de la resina o ligante, disolvente, pigmentos o cargas y aditivos.

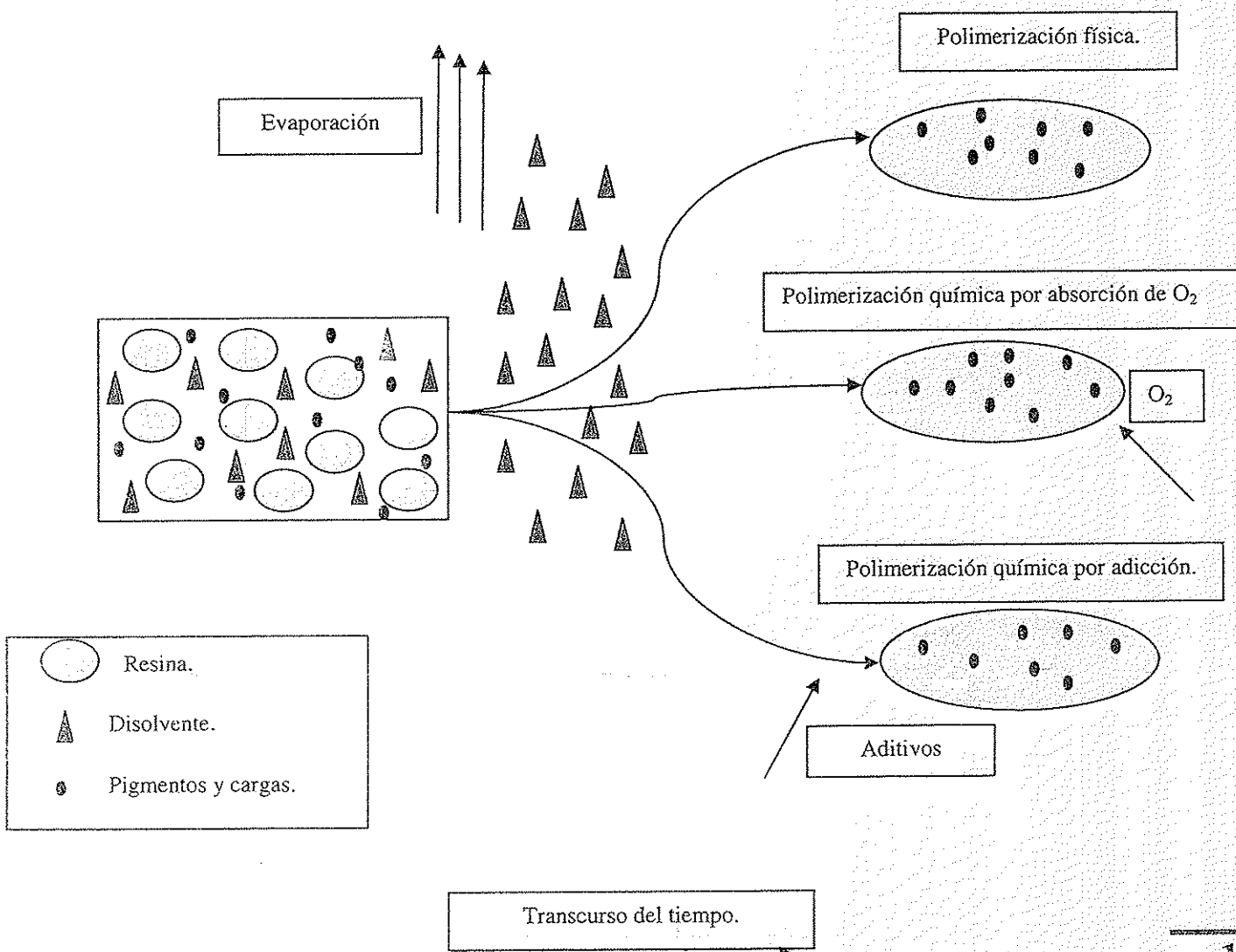
Nada más la pintura es aplicada, se empieza a evaporarse el disolvente, produciéndose entonces el secado de la pintura como fruto de un proceso de unión entre las diferentes moléculas de resina. Esta unión puede ser de tipo físico o de tipo químico.

En las uniones de tipo físico, el proceso de secado transcurre de manera en la que no se produce ninguna reacción química. Si el proceso de secado tiene lugar como consecuencia de una reacción química, nos encontramos entonces ante un proceso químico.

En el proceso de secado físico, la pintura se seca únicamente debido a la evaporación del disolvente. Al desaparecer las moléculas de los disolventes que separan y se interponen entre las moléculas de resina, se produce el contacto entre ellas, uniéndose unas a otras por simple atracción física hasta formar una masa homogénea. Estas pinturas necesitan de un ambiente que permita la total y rápida evaporación de los disolventes.

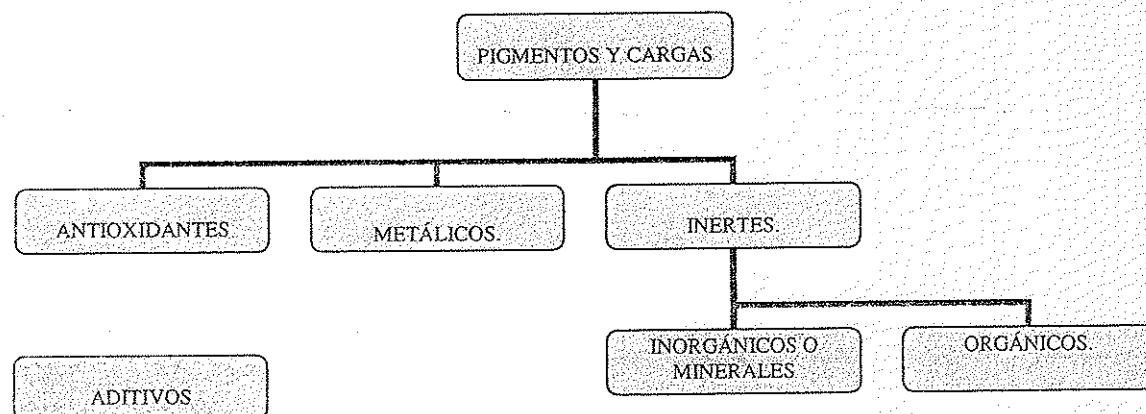
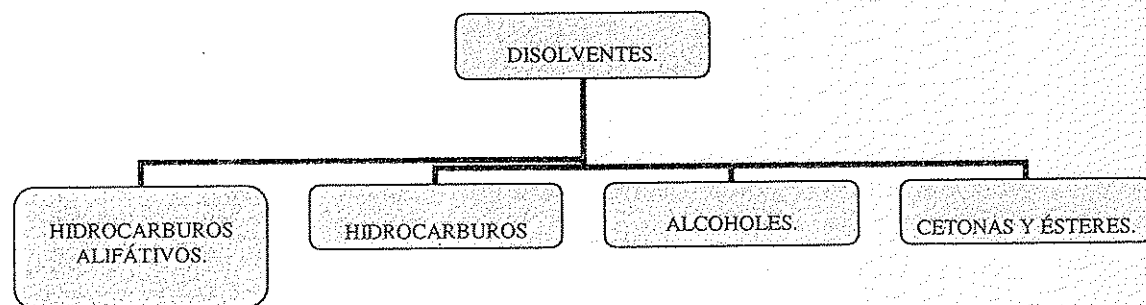
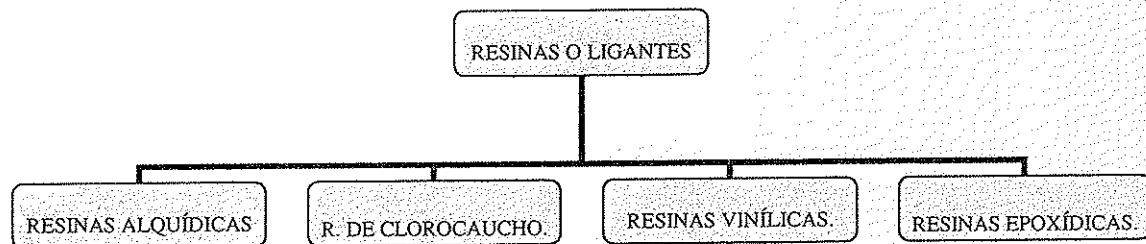
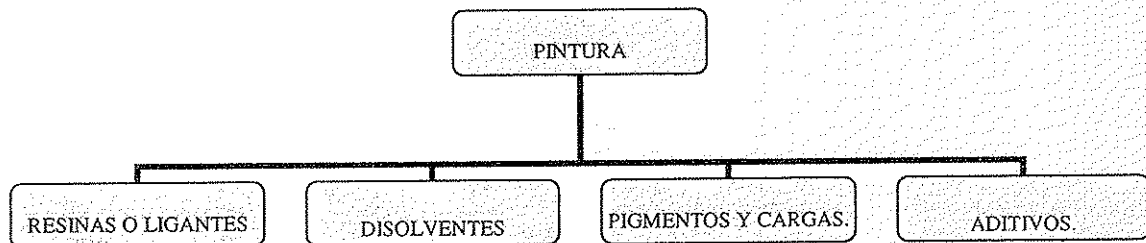
En el proceso de secado químico, además de la evaporación del disolvente, es necesario el aporte de un elemento exterior. Por lo tanto, es posible realizar una división en dos grupos, un subgrupo en el que se produce la polimerización por absorción del oxígeno del aire, que actúa como puente entre las diversas moléculas individuales, y otro subgrupo en el que la polimerización se consigue por adición de un endurecedor a la pintura base inmediatamente antes de realizar la aplicación.

ESQUEMA EXPLICATIVO DEL PROCESO DE SECADO O POLIMERIZACIÓN.



1.2.6 RESUMEN DE LOS ELEMENTOS FUNDAMENTALES QUE COMPONEN LA PINTURA.

A continuación, y a modo de síntesis de esta parte del proyecto en la que nos encontramos, se muestra un resumen gráfico de los elementos anteriormente explicados que engloban y componen la pintura.



Como es de suponer, algunos de estos elementos que componen la pintura pueden ser perjudiciales para el organismo. En el siguiente capítulo del proyecto explicaremos individualmente cada uno de los elementos que componen la pintura seleccionada para la realización del proyecto, analizando sus riesgos y posibles enfermedades a las que el trabajador se somete en el ambiente laboral.

Nos referimos a factores de medio ambiente natural en el ámbito de trabajo y que aparecen de la misma forma o modificada por el proceso de producción que puede repercutir negativamente en la salud.

Los siguientes factores afectan al ambiente de trabajo:

Ruido: Podemos definir ruido como un sonido no deseado e intempestivo y por lo tanto molesto, desagradable y perturbador. La exposición prolongada a elevados niveles de ruido continuo puede causar lesiones auditivas progresivas que pueden llegar a la sordera, aunque un factor muy importante para llegar a esta causa, también es la vida privada del individuo.

Vibraciones: Son oscilaciones de partículas alrededor de un punto en un medio físico equilibrado cualquiera y se pueden producir por efecto del propio funcionamiento de una máquina o un equipo.

Radiaciones: Son ondas de energía que inciden sobre el organismo humano pudiendo llegar a producir efectos dañinos para la salud de los trabajadores.

Condiciones termohigrométricas: Son las condiciones físicas ambientales de temperatura, humedad y ventilación en las que desarrollamos nuestro trabajo.

Iluminación: La iluminación es un factor que condiciona la calidad de vida y determina las condiciones de trabajo en que se desarrolla la actividad.

Contaminantes químicos: Son agentes extraños al organismo humano que pueden producir alteraciones a la salud cuando están presentes en el ambiente. Son sustancias que durante la fabricación, transporte, almacenamiento o uso pueden incorporarse al ambiente en forma de aerosoles, gases o vapores y, afectan a la salud del trabajador.

Pueden entrar en el organismo a través de varias vías:

Vía respiratoria: Constituida por todo el sistema respiratorio: nariz, boca.

Vía dérmica: El contaminante se incorpora a la sangre a través de la piel.

Vía digestiva: Comprende todo el aparato digestivo.

Un lugar en el que se dan estas posibles condiciones perjudiciales son las fábricas de pinturas. Es por ello por lo que se ha seleccionado una nave industrial dedicada a esta actividad para realizar el trabajo del que este proyecto trata.

PARTE II.

El proceso de fabricación de pinturas e identificación de peligros.

2.1 Proceso general de fabricación de pinturas.

2.2 Identificación de peligros del proceso de fabricación de pinturas.

2.1 PROCESO GENERAL DE FABRICACIÓN DE PINTURAS.

Una vez se ha explicado cuales son los cuatro grupos fundamentales que de manera general global las pinturas, y habiéndose explicado en qué consiste el proceso de secado o polimerización de las mismas, es ahora conveniente introducir en qué consiste el método o proceso industrial mediante el que se fabrican.

Las principales etapas que engloba este proceso son seis: **el pesaje, la dispersión, el mezclado, el control de calidad o ajuste, el filtrado y el envasado.**

Puesto que resultan nombres muy conocidos para cualquier lector, es fácil hacerse a la idea de que actividades tienen lugar en cada una de ellas. Por ese motivo, procedemos ahora a la realización de una breve explicación de las diferentes fases de este proceso.

Previamente a la explicación, es conveniente comentar que para la realización de una pintura, es necesario tener una “receta”, o lo que es lo mismo, tener definido el porcentaje exacto que cada elemento integrante de la pintura interviene en la realización de la mezcla. Pues no conviene olvidar que la pintura se trata de una mezcla homogénea, y como tal, presenta siempre una misma composición química.

(4) Mauricio Sierra.

2.1.1 PESAJE

Por definición, el pesaje es la determinación del peso de un cuerpo. El pesado es la primera etapa del proceso, y en ella se determinan las cantidades exactas a introducir en el mezclador para obtener la pintura.

Así pues, mediante el pesado se consigue la dosificación necesaria de cada elemento para obtener siempre una pintura idéntica en composición, y por lo tanto, en propiedades.

Hay varios sistemas de pesado, pues desde la existencia de la actividad del comercio ésta actividad se realiza en simples balanzas. En la actualidad, la operación se lleva a cabo en las pesadoras o básculas industriales de dosificación de peso. Existe un abanico enorme de diferentes equipos para hacer el pesado.

2.1.1.1 El pesado en función de la actividad industrial.

Generalmente, la elección del equipo a instalar depende de la precisión de pesaje deseada. La precisión es un parámetro que depende directamente del precio, y por este motivo, es necesario tener en todo momento presente cual es la actividad de la empresa. Es decir, si la empresa se dedica a una actividad en la que las exigencias del pesado sean flexibles en una cierta medida, el equipo de pesado será a instalar será diferentes al de otra empresa en la que las exigencias de pesado sean muy estrictas.

Es decir, una empresa que se dedique a la fabricación de un plástico de propiedades innovadoras, de calidad muy alta para integrarlo en la producción de componentes de seguridad, contará con sistemas de pesado más precisos que una empresa que se dedique por ejemplo, a la fabricación de pintura en la que debido a la cantidad de masa requerida para realizar la mezcla cometer un error mínimo en el pesado de algún elemento puede considerarse como despreciable.

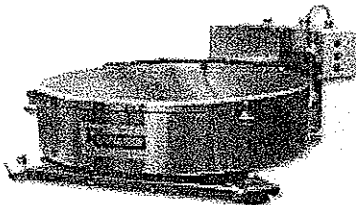
De igual forma, una empresa que se dedique a la actividad innovadora anteriormente comentada, tendrá un sistema de transporte entre fases del proceso productivo totalmente diferente al de la otra empresa del ejemplo que se dedicaba a la fabricación de pinturas, en el que no haya opción al derrame o vertido de materia prima en el cambio de etapa.

Por lo anterior, se muestran diferentes opciones de máquinas para realizar el pesado. Las imágenes y nombres de los instrumentos de pesado que se muestran han sido obtenidos del catálogo comercial de la empresa K-TRON, cuyo enlace es: <http://www.ktron.es>

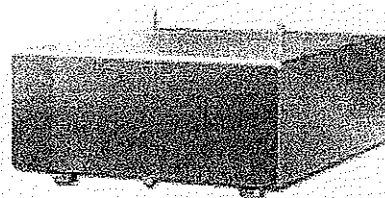
Equipos de pesado para empresas que requieren menor precisión.

Puede realizarse, por ejemplo, con las siguientes básculas.

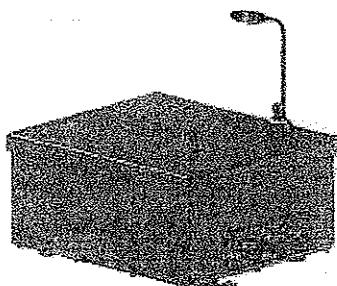
Báscula de plataforma D5 con tecnología K-SFT



Báscula de plataforma K-SFS-I con tecnología K-SFT



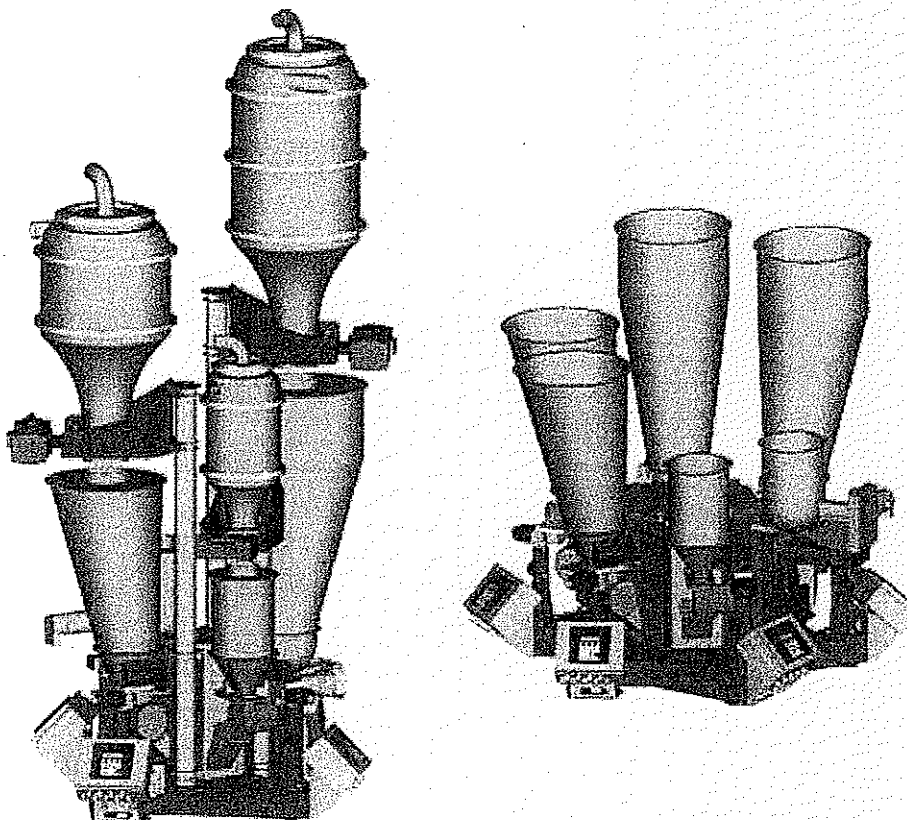
Báscula de plataforma K-SFS-II con tecnología K-SFT



Equipos de pesado para empresas que requieren alta precisión.

El equipo por excelencia utilizado en las empresas que requieren de una muy alta precisión es el “feeder”. Este equipo, realiza la dosificación del producto exacta al llevar un sistema de pesaje incorporado.

Por la parte superior es alimentado por una tolva que contiene gran cantidad del compuesto, el feeder, una vez calibrado y ajustado, deja caer por gravedad la cantidad justa requerida para realizar la mezcla al fannel, que es el equipo que recoge todos los compuestos que posteriormente se mezclan.



2.1.2 DISPERSIÓN.

La fase de mezclado se realiza en equipos que están especializados para llevar a cabo este proceso, o puede realizarse en un tanque, que llamaremos tanque de mezclas, con un equipo que se encargue de realizarla, como un agitador.

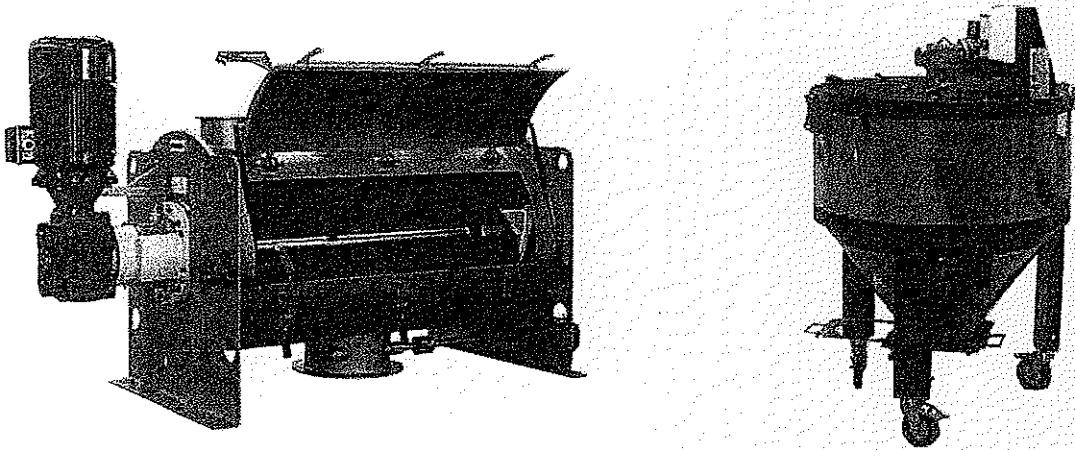
La dispersión es un proceso que ocurre previamente. En esta, la cual tiene lugar sobre todo con los pigmentos, se produce una dispersión o un reparto lo más uniformemente posible del pigmento en el recipiente o tanque de mezcla.

Es muy importante, y realizar una buena dispersión resulta la manera óptima para alcanzar los colores deseados en la pintura.

2.1.3 MEZCLADO.

Una vez han sido pesadas las cantidades requeridas, el siguiente proceso es el mezclado. Éste proceso tiene lugar en un equipo llamado mezclador, y al igual que ocurría en el proceso de pesado, dependiendo de la actividad de la empresa y el capital, se puede optar por mezcladores diferentes.

A continuación mostramos imágenes de dos mezcladores, el primero más potente y sofisticado, y el segundo es un mezclador más fácil de encontrar en la pequeña y mediana empresa.



También adjuntamos el link de la página de la empresa Caterva, que se dedica a la comercialización de todo tipo de equipos industriales, en la que se pueden ver diferentes tipos de mezcladores para diferente materia. Para las pinturas, se recomienda buscar la sección de “agitación-mezcla-blending”, y en las subsecciones de líquidos o semisólidos. Como se aprecia, se muestra una gran variedad de tipos de mezcladores, tanto estáticos, como dinámicos.

<http://www.caterva.com/index.php?case=procesos>

2.1.4 CONTROL DE CALIDAD Y AJUSTE.

En la etapa del control de calidad y el ajuste se evalúa la calidad de la pintura y se comprueba la validez de la mezcla que se está realizando. Es una etapa importante, puesto que con ella se confirma que se está fabricando lo deseado.

Para ello, es preciso obtener muestras sobre las que se realizarán los análisis. En estos análisis se somete a examen los parámetros que caracterizan a la pintura, parámetros sobre los que se ha hablado, tales como el color, el brillo, la viscosidad, etc.

Además, visto que esta etapa tiene lugar mientras el transcurre el proceso de fabricación, permite, en el caso que sea necesario, modificar y corregir las desviaciones que se detectan y producen en lo referente a la calidad del proceso.

Si los resultados derivados del control de calidad al que proceso se someten son satisfactorios, no será preciso realizar el ajuste, por el contrario, si no lo son, se realizará el ajuste tantas veces como sean necesarias para asegurar la calidad del producto.

Realizar el ajuste supone añadir a la mezcla los elementos que sean necesarios, en las proporciones justas, para garantizar la composición homogénea de la mezcla, ya sean pigmentos, sean aditivos, etc.

Una vez finalizada esta fase, el proceso continúa con la cuarta etapa; el filtrado.

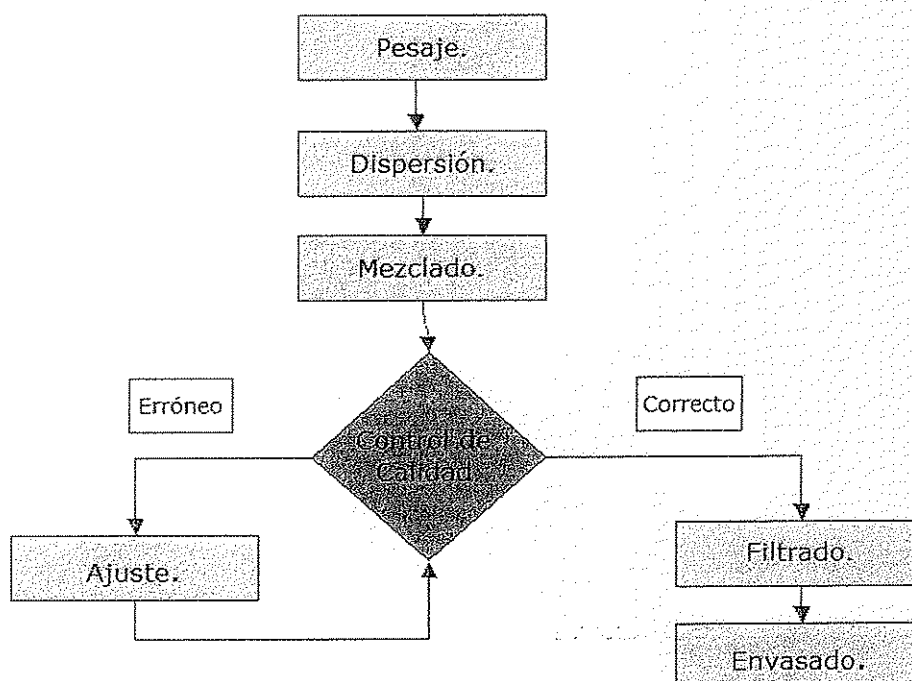
2.1.5 FILTRADO Y ENVASADO.

Una vez la calidad de la pintura es buena, se procede con el proceso previo al de envasado: el filtrado. La finalidad de esta fase es la permitir que únicamente se envase y llegue al consumidor la pintura que cumpla con las condiciones que se estipulen aceptables. Es decir, la pintura tal y como la conocemos, libre de posibles sólidos en suspensión originados de un mal proceso de mezclado, los cuales harían impracticable la imprimación de la pintura una vez sea usada.

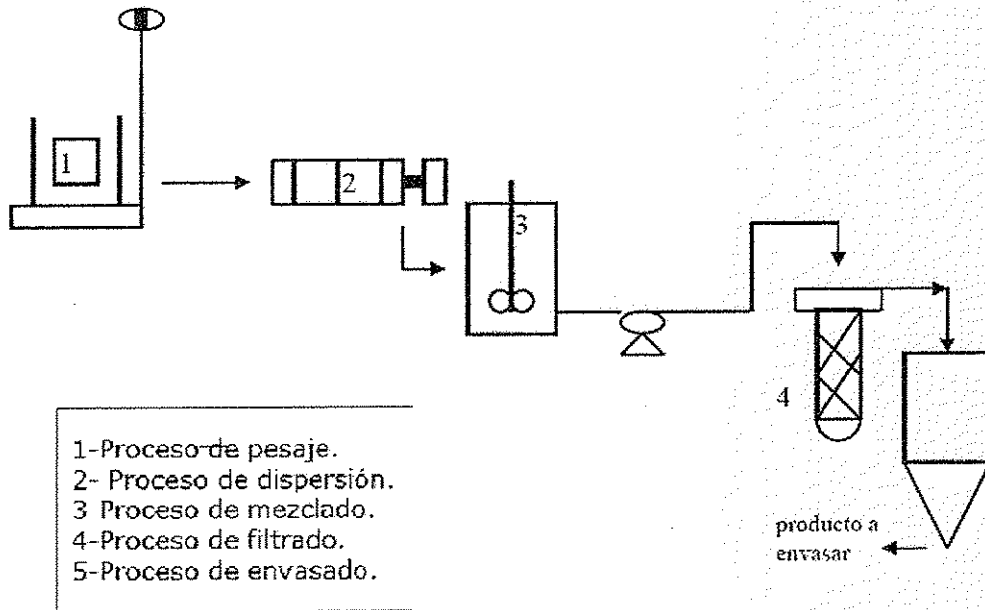
Finalmente, una vez ha sido filtrada, se procede al envasamiento de la misma. Para ello, y según las necesidades de productos, se realizará en diversos recipientes, en función de formas, capacidades, etc. Se agruparán por lotes y se prepararán para el envío o la comercialización, pues la etapa de envasado se trata de la última etapa del proceso de fabricación de pintura..

2.1.6 ESQUEMAS EXPLICATIVOS.

Se muestra a continuación un diagrama de flujo del proceso de fabricación de pinturas.



La disposición del proceso productivo es el siguiente:



2.2 IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS EN EL PROCESO DE FABRICACIÓN DE PINTURAS.

El proceso de fabricación de la pintura ofrece riesgos para la salud del trabajador que han de ser estudiados para garantizar unas condiciones de trabajo seguras y adecuadas.

El proceso de cualquier estudio de riesgos consta de cuatro fases:

1º Fase: Identificación de riesgos, origen de los mismos y posibles productos tóxicos a los que los trabajadores se ven expuestos.

2º Fase: Realización de mediciones para determinar la concentración de los contaminantes que pueden suponer un peligro potencial.

3º Fase: Comparación de los valores obtenidos con los permitidos por los organismos oficiales.

4º Fase: Adopción de medidas necesarias para reducir la contaminación de manera que se cumpla con los parámetros establecidos por las autoridades, y de ésta forma el empleado trabaje en un ambiente laboral sano.

En este apartado, identificaremos cuales son los posibles riesgos y su causa a los que un trabajador se ve expuesto, dejando para las sucesivas partes del proyecto las fases dos, tres y cuatro.

Las posibles fuentes de riesgo a las que el empleado se ve expuesto, son:

- Riesgos en la descarga del pigmento en la fase de dispersión. En esta fase, cuando el pigmento se introduce en el proceso productivo, dependiendo de la tecnología con la que éste cuente, es posible que cierta cantidad de éste quede dispersa en el aire en forma de polvo, lo cual supone un riesgo para la salud de la persona que inhala si las concentraciones son las superiores a las establecidas.
- También es posible la aparición de compuestos volátiles como consecuencia de las emisiones al aire desde tanques de almacenamiento de pintura o tanques de proceso. Es decir, en procesos abiertos en los que se esté fabricando este material, existe riesgo de exposición a resinas y solventes, que constituyen principalmente los compuestos orgánicos volátiles.
- Como consecuencia de vertidos accidentales, el trabajador también puede verse en peligro debido a la sustancia que contenía el recipiente que ha sido derramado, ya sea pintura, resinas, solventes, pigmentos, cargas, etc.
- Otra acción que acarrea cierto riesgo es la de la limpieza utilizando agua, pues esta puede contener partículas nocivas como consecuencia de la limpieza.
- Otro posible agente contaminante con el que podemos encontrarnos es con el lodo, también procedente del proceso de limpieza. Se genera un residuo sólido que contiene trazas de pintura, de agua, de pigmentos, cargas, etc.
- La limpieza del filtro también se trata de una actividad de riesgo, puesto que en este proceso pueden generarse residuos consecuentes de la no dispersión de material involucrado en el proceso de fabricación.

A continuación, resumimos los posibles riesgos:

<u>RIESGOS DEL PROCESO DE FABRICACIÓN DE PINTURAS.</u>		
<u>RIESGO</u>	<u>ORIGEN</u>	<u>COMPOSICIÓN</u>
Pigmentos dispersos en polvo.	Descarga de pigmentos.	Pigmentos.
Compuestos orgánicos volátiles.	Emisiones al aire desde tanques de almacenamiento o proceso.	Resinas.
Derrames.	Descargas accidentales.	Pinturas, resinas, cargas...
Agua de enjuague.	Limpieza de equipos.	Pintura, agua
Lodos de pintura.	Limpieza de equipos.	Pinturas, agua.
Elementos filtrantes.	Pigmentos dispersos.	Pigmentos, partículas varias.

PARTE III.

Contaminantes habituales en el proceso de fabricación y toxicología.

3.0 Introducción.

3.1 Identificación de los valores límite ambientales.

3.2 Determinación de la concentración y de los métodos de muestreo.

PARTE III:

IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN E INFORMACIÓN DE LOS VALORES LÍMITE DE LOS CONTAMINANTES HABITUALES EN EL PROCESO DE FABRICACIÓN DE LA PINTURA.

3.0 INTRODUCCION.

Como se ha comentado anteriormente, el objeto de este proyecto es el estudio de los contaminantes que tienen lugar en un proceso de fabricación de pinturas. Para ello, se medirán los valores de los agentes presentes en dicho proceso, y se estudiará cuáles de los parámetros medidos entrañan riesgos para los operarios de la planta.

En esta segunda parte del proyecto, se procederá a identificar cuáles son los posibles contaminantes a los que los trabajadores pueden verse sometidos durante la fabricación. Además, una vez hayan sido clasificados, se realizará una descripción de los mismos para conocerlos y saber qué riesgos potenciales pueden causar. Finalmente, se recopilarán cuáles son los valores límites de exposición establecidos de los contaminantes.

3.1 IDENTIFICACIÓN DE LOS CONTAMINANTES.

Como resulta lógico, para determinar a priori los contaminantes con los que se va a trabajar, es conveniente conocer la composición de la pintura que va a fabricarse. En nuestro caso, ésta, es la que se tabula a continuación.

Elemento	Concentración
Carbonato cálcico.	65%
Silicato magnésico.	10%
Dióxido de titanio	15%
Óxido de hierro.	2%
Pigmentos orgánicos.	2%
Óxido de cromo.	2%
Cromato de plomo.	2%
Negro de Humo	2%

La concentración anterior pertenece a la de la fabricación de una pintura concreta, y dependiendo de ésta el resultado final, es decir, el color, variará. Por lo tanto, podemos afirmar que los elementos que han sido tabulados con antelación, son los específicos para ese tipo de pintura.

Sin embargo, existen otros elementos que son genéricos en cualquier proceso de fabricación de pintura, y por lo tanto, también están presentes en nuestro estudio. Éstos son los que se muestran en la siguiente tabla:

Elemento
Tolueno.
Xileno.
Acetona
Acetato de butilo
Resinas

Así pues, y resumiendo, los posibles elementos a los que un trabajador se expone en este proceso mientras desempeña su labor, son:

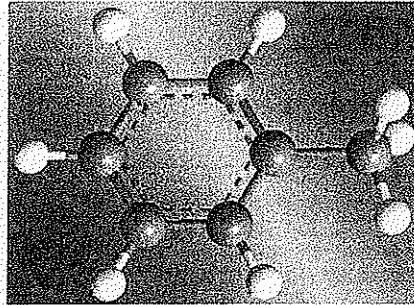
1. Tolueno	7. Dióxido de titanio.
2. Xileno.	8. Óxido de Hierro.
3. Acetona.	9. Óxido de cromo.
4. Acetato de butilo.	10. Cromato de plomo.
5. Carbonato cálcico.	11. Pigmentos orgánicos.
6. Silicato magnésico.	12 Negro de Humo.

3.2 DESCRIPCIÓN DE LOS POSIBLES CONTAMINANTES.

Con la finalidad de esbozar una idea general sobre ellos, nos disponemos a presentar los datos más representativos e importantes que caracterizan a éstos elementos.

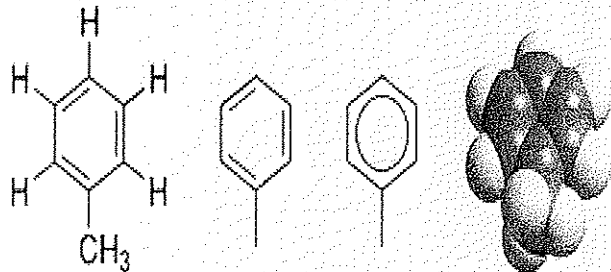
1. TOLUENO.

El tolueno o metilbenceno, es la materia prima a partir de la cual se obtienen derivados de compuestos muy importantes como por ejemplo: el benceno, el ácido benzoico, el fenol, etc.



Tiene muchas aplicaciones.

Es utilizado como disolvente para pinturas, para la fabricación de revestimientos, de lacas, adhesivos, en la elaboración de medicamentos, colorantes, perfumes, detergentes, dinamita, etc.



Es un líquido incoloro con un olor parecido a los disolventes de pintura, miscible en la mayoría de disolventes orgánicos apolares, pero inmisible en el agua.

A continuación, citamos alguno de los datos de interés, obtenidos a través de la ficha de seguridad de la sustancia, y de la Dirección General de la Salud Pública (Consejería de Sanidad de la Región de Murcia).

Propiedades físicas:

Punto de ebullición: 111 °C.
Punto fusión: -95 °C.
Densidad relativa: 0.87
Solubilidad en agua: Ninguna.

Presión de vapor (Kpa, 20°C): 2.9
Densidad relativa de vapor: 3.2
Punto de inflamación: 4 °C
Temperatura de autoignición: 480°C

Identificación de peligros:

Incendio: Altamente inflamable. Cuando arde produce gases irritantes, corrosivos y tóxicos.

Explosión: Las mezclas vapor/aire son explosivas.

Exposición: La inhalación puede provocar vértigo, somnolencia, dolor de cabeza, náuseas y pérdida del conocimiento.

La inhalación aguda produce excitación y posterior depresión del SNC con ataxia, fatiga, convulsiones y anestesia general.

Ingestión:

Puede producirse muerte súbita por hipoxia o disritmia cardiaca.

La ingestión aguda causa depresión del SNC, vómitos y dolor gástrico.

El contacto con la piel puede provocar piel seca y enrojecimiento.

El contacto con los ojos puede producir irritación, quemaduras, blefaroespasmos, conjuntivitis, edema y abrasiones corneales.

Efectos sobre la salud:

Aparato respiratorio:

La inhalación puede causar irritación, bronquitis aguda, broncospasmos, edema pulmonar, neumonitis y asfixia.

Sistema cardiovascular:

Si el tolueno es inhalado, puede producir disrítmias, bradicardia, fibrilación ventricular e infarto de miocárdico.

Si se ingiere puede causar taquicardia e hipertensión.

Sistema gastrointestinal:

La inhalación o ingestión puede causar vómitos, calambres abdominales y diarrea.

Sistema dérmico:

El contacto prolongado puede causar piel seca o quemaduras superficiales.

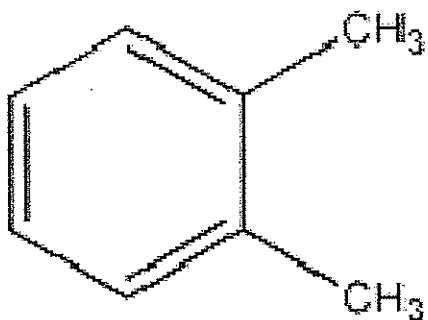
Sistema neurológico:

La inhalación de 1507 a 3014 mg/m³ (400-800 ppm) provoca euforia, temblores, vértigos, nerviosismo, insomnio, dolor de cabeza, fatiga, mareos, confusión, somnolencia y aumento del tiempo de reacción.

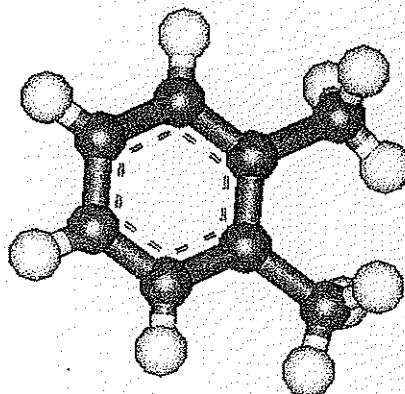
Si la concentración es de 37669 mg/m³ (10000 ppm) se produce anestesia general.

La ingestión de tolueno causa depresión del SNC.

2. XILENO.



El xileno es una sustancia con un olor característico parecido al tolueno.



Son muy buenos disolventes y además, forma parte de muchas formulaciones de combustibles de gasolina donde destacan por su elevado índice octano.

A continuación, citamos alguno de los datos de interés, obtenidos a través de la ficha de seguridad de la sustancia, y de la Dirección General de la Salud Pública (Consejería de Sanidad de la Región de Murcia).

Propiedades físicas:

Punto de ebullición: 144 °C.
Punto fusión: -25 °C.
Densidad relativa: 0.88
Solubilidad en agua: Ninguna.
Presión de vapor (Kpa, 20°C):
0,7

Densidad relativa de vapor: 3.7
Punto de inflamación: 32 °C
Temperatura de autoignición:
463°C

Identificación de peligros:

Incendio: Inflamable.

Explosión: O-xileno: Por encima de 32°C: pueden formarse mezclas explosivas vapor/aire.

M-xileno: Por encima de 27°C: pueden formarse mezclas explosivas vapor/aire.

P-xileno: Por encima de 27°C: pueden formarse mezclas explosivas vapor/aire

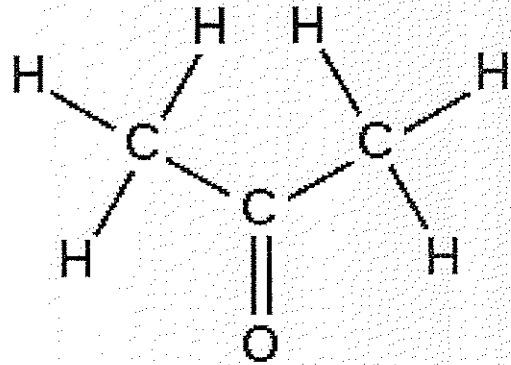
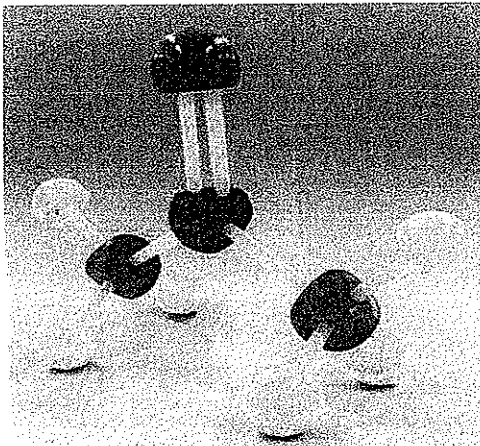
<u>Inhalación:</u>	<p>Puede causar mareo, somnolencia, dolor de cabeza y náuseas.</p> <p>La inhalación puede provocar toxicidad hepática y renal reversible.</p> <p>Exposiciones graves pueden causar la muerte debido a paro respiratorio.</p>
<u>Ingestión:</u>	<p>Puede provocar sensación de quemazón.</p> <p>Puede causar fibrilación ventricular, toxicidad hepática y renal, depresión del SNC, sensación de quemazón en la orofaringe y en el estómago y vómitos. La aspiración pulmonar puede provocar neumonitis y edema pulmonar no cardiogénico.</p>
<u>Contacto con la piel:</u>	<p>Puede provocar piel seca y enrojecimiento.</p> <p>Se pueden producir ampollas, especialmente si la exposición a xileno concentrado es prolongada.</p>
<u>Contacto con los ojos:</u>	<p>Puede causar enrojecimiento y dolor.</p> <p>Breves exposiciones a altas concentraciones de vapor puede causar una sensación de irritación.</p>
Efectos sobre la salud:	
<u>Aparato respiratorio:</u>	<p>Los vapores del xileno son altamente irritantes.</p> <p>Los vapores concentrados de hidrocarburos aromáticos, en general, pueden causar dificultades respiratorias, irritación en los bronquios y la laringe, edema pulmonar no cardiogénico, paro respiratorio y asfixia.</p>
<u>Sistema cardiovascular:</u>	<p>Altas concentraciones de vapor pueden causar vasodilatación con enrojeciendo facial y sensación de calor. También pueden producirse envenenamientos agudos graves puede resultar en un caso aislado de miocardiopatía</p>
<u>Sistema gastrointestinal:</u>	<p>Pueden producirse dificultades graves gastrointestinales después de la ingestión.</p> <p>La inhalación de concentraciones de 130-1520 mg/m³ (30-350 ppm) se ha asociado con anorexia, gusto dulce en la boca, náuseas y vómitos.</p>

Sistema neurológico:

La exposición por inhalación de bajas concentraciones 434-2997 mg/m³ (100-690 ppm) puede producir efectos leves en la memoria a corto plazo y en el tiempo de reacción, leves mareos, somnolencia, dolor de cabeza y vértigo.

3. ACETONA.

La acetona es una sustancia química que se encuentra en el medio ambiente y también se produce de forma industrial. Se halla normalmente en concentraciones bajas en el cuerpo como resultado de la degradación de la grasa.



El cuerpo la utiliza durante los procesos normales de producción de azúcar y grasa. Es un líquido incoloro que tiene un olor y sabor peculiar.

Empieza a ser detectada por los individuos a concentraciones que oscilan entre 238-333 mg/m³.

La acetona se evapora fácilmente en el aire y se mezcla bien con el agua.

Su principal utilización es la fabricación de otras sustancias químicas con las que se producen plásticos, fibras y medicamentos, y disolvente, que es utilizado en la fabricación de pinturas. Algunas de sus propiedades más importantes, y riesgos y efectos sobre la salud, son los que se citan a continuación:

Propiedades físicas:

Punto de ebullición: 56 °C.
Punto fusión: -95 °C.
Densidad relativa: 0.8
Solubilidad en agua: Miscible.
Presión de vapor (Kpa, 20°C):
2.0

Densidad relativa de vapor: 1.2
Punto de inflamación: -18 °C
Temperatura de autoignición:
465°C

Identificación de peligros:

<u>Incendio:</u>	Altamente inflamable.
<u>Explosión:</u>	Las mezclas vapor/aire son explosivas.
<u>Inhalación:</u>	Puede producir salivación, confusión mental, tos, vértigo, somnolencia, olor de cabeza, dolor de garganta, pérdida del conocimiento y cuadro de coma.
<u>Ingestión:</u>	Puede causar náuseas, vómitos
<u>Contacto con la piel:</u>	Puede provocar piel seca y enrojecimiento.
<u>Contacto con los ojos:</u>	Puede causar enrojecimiento, dolor y visión borrosa. Posible daño en la córnea.

Efectos sobre la salud:

Puede producirse toxicidad sistémica.

Un efecto muy común es la depresión del SNC, que abarca desde sedación y mareos a pérdida del conocimiento y cuadro de coma.

Puede producirse depresión respiratoria y muerte con exposiciones significativas.

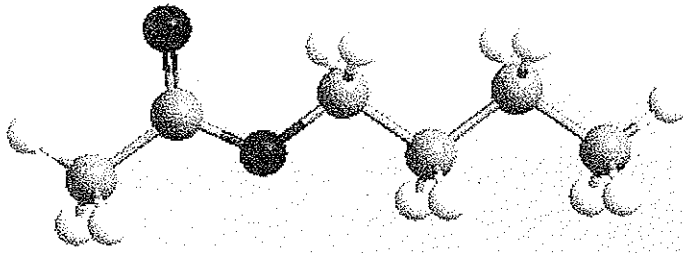
Puede provocar por exposición por inhalación náuseas, vómitos, dolor de cabeza, excitación, debilidad, fatiga e irritación bronquial.

Los vapores de acetona ligeramente irritantes para los ojos (causando enrojecimiento, visión borrosa o incluso daño en la córnea), las membranas mucosas y el aparato respiratorio en general.

Se ha informado de taquicardia e hipotensión después de exposiciones graves.

Sequedad en la piel.

4. ACETATO DE BUTILO.

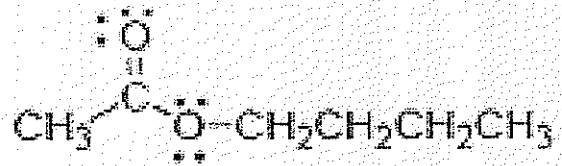


El acetato de butilo es un líquido incoloro, de olor frutal. Es soluble en alcohol, éter e hidrocarburos. Es levemente soluble en agua.

Se obtiene mediante la esterificación directa del ácido acético con alcohol butílico en presencia de un catalizador.

Entre sus principales aplicaciones, encontramos:

- Producción de tintas de impresión para la industria gráfica.
- Producción de thinners y solvente de pinturas en industria de pinturas.
- Solvente de lacas para la tinción en industria del cuero.
- Solvente para la elaboración de colorantes.
- Ingrediente de sabores y esencias frutales.



A continuación, citamos alguno de los datos de interés, obtenidos a través de la ficha de seguridad de la sustancia.

Propiedades físicas:

Punto de ebullición: 126 °C.
Punto fusión: -78 °C.
Densidad relativa: 0.88
Solubilidad en agua: 0.7.

Presión de vapor (Kpa, 20°C): 1.2
Densidad relativa de vapor: 1.04
Punto de inflamación: 22 °C
Temperatura de autoignición: 420°C

Identificación de peligros:

<u>Incendio:</u>	Inflamable.
<u>Explosión:</u>	Las mezclas vapor/aire son explosivas por encima de los 22°C.
<u>Inhalación:</u>	Puede producir tos, dolor de garganta, vértigo y dolor de cabeza.
<u>Ingestión:</u>	Puede causar náuseas y vómitos.
<u>Contacto con la piel:</u>	Puede provocar piel seca y enrojecimiento.
<u>Contacto con los ojos:</u>	Puede causar enrojecimiento y dolor.

Efectos sobre la salud:

La sustancia puede irritar los ojos y el tracto respiratorio.

Afección al sistema nervioso central, pudiendo incluso llegar a causar disminución del estado de alerta.

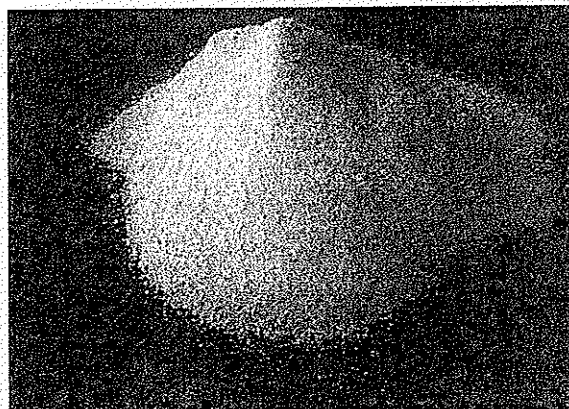
La sustancia desengrasa la piel.

5. CARBONATO CÁLCICO.

El carbonato de calcio es un compuesto químico, de fórmula CaCO_3 que abunda en la naturaleza, formando rocas, como componente principal, en todas partes del mundo y es el principal componente de conchas y esqueletos de muchos organismos.

Esta sustancia es muy utilizada en la fabricación de las pinturas, pues aumenta el poder de cobertura, aumentando así el rendimiento en pinturas de alta calidad, sintéticas de aceite y en otros revestimientos.

Los carbonatos son de gran blancura. No interfieren en el color de la pintura, contribuyen a su opacidad y a que la pintura cubra, sin chorrear, las superficies. También ofrecen un excelente brillo y buenas propiedades de superficie en sistemas a base solvente y agua.



El carbonato de calcio proporciona a las pinturas un tratamiento superficial que hace que las partículas sean hidrofóbicas, de forma que incrementen su compatibilidad en un medio orgánico facilitando su dispersión.

Propiedades físicas:

Punto de fusión: 825 °C.
Densidad relativa: 2.7 – 2.9
Solubilidad en agua: Ninguna

Identificación de peligros:

<u>Incendio:</u>	No es combustible.	<u>Explosión:</u>	No supone riesgo alguno.
<u>Piel:</u>	Piel seca.	<u>Exposición:</u>	No supone riesgo alguno.
<u>Ojos:</u>	Enrojecimiento.	<u>Ingestión:</u>	No supone riesgo alguno.

Efectos sobre la salud:

La sustancia se puede absorber por inhalación, por ingestión y en contacto con los ojos, la evaporación a 20 °C es despreciable; sin embargo, se puede alcanzar rápidamente una concentración molesta de partículas en el aire.

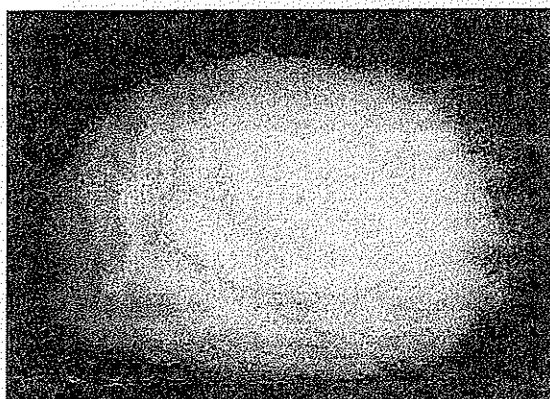
La sustancia irrita los ojos y el tracto respiratorio.

Puede producir dióxido de carbono, si se alcanzan altas temperaturas.

6. SILICATO MAGNÉSICO.

El silicato de magnesio es comúnmente conocido como talco

El talco raramente se encuentra en forma pura. El acompañante más común es la tremolita, aunque otros varios minerales, tales como serpentina, clorita, antofilita y actinolita, son a menudo encontrados en las menas de talco.



El talco más puro es derivado de las rocas sedimentarias de carbonato de magnesio, el talco menos puro se obtiene de rocas ígneas ultra básicas.

Existen diferentes tipos de talco, citados a continuación:

- Blando y plano: Es un producto de la alteración de carbonatos de magnesio sedimentarios, y es el material talcoso mayoritariamente usado.
- Talco puro: caracterizado por su tacto, su blandura y sus propiedades de superficie hidrofóbica.
- Talco duro.
- Talco fibroso.

El talco actúa como un pigmento extensor en pinturas. Es empleado para reducir el uso de pigmentos más caros, normalmente dióxido de titanio. Además, se requiere su utilización debido a las propiedades de película seca que atribuye a la pintura.

Entre las propiedades más importantes del talco en la fabricación de la pintura, podemos resaltar las siguientes:

- Contribuye a reducir el resquebrajamiento.
- Refuerza la pintura.
- Disminuye el escurrimiento y la sedimentación del producto.
- Las partículas de talco actúan como un buen agente de aplanamiento.
- Aumenta la durabilidad.

Propiedades físicas:

Punto de fusión: 900 °C.

Densidad relativa: 2.7

Solubilidad en agua: Ninguna

Sustancia que se presenta como sólido gris o blanco, en diversas formas o polvo cristalino, muy fino e inodoro.

Identificación de peligros:

<u>Incendio:</u>	No es combustible.	<u>Explosión:</u>	No supone riesgo alguno.
<u>Piel:</u>	Piel seca.	<u>Exposición:</u>	No supone riesgo alguno.
<u>Ojos:</u>	Enrojecimiento, dolor.	<u>Ingestión:</u>	No supone riesgo alguno.

Efectos sobre la salud:

La sustancia se puede absorber por inhalación.

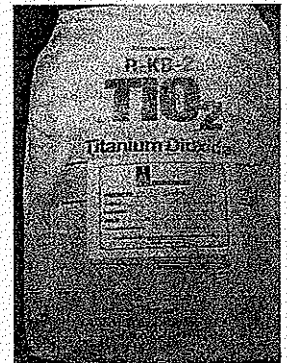
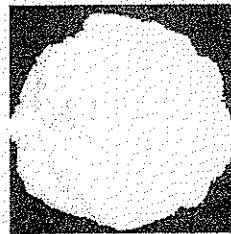
La evaporación que se produce a 20 °C es despreciable; sin embargo, se puede alcanzar rápidamente una concentración molesta de partículas en el aire.

La sustancia puede afectar al pulmón, dando lugar a neumoconiosis.

7. DIÓXIDO DE TITANIO.

El dióxido de titanio es muy utilizado en la fabricación de pinturas, y se presenta en la naturaleza en tres formas diferentes:

- Rutilo (estructura tetragonal).
- Anatasa (estructura octaédrica).
- Brookita (estructura ortorrómbica).



Se utiliza universalmente en la industria de las pinturas y recubrimientos y ha sustituido a cualquier otro pigmento blanco en el mercado, y es el pigmento más utilizado a escala mundial en la fabricación de pinturas. Sus propiedades más importantes son:

- Dispersión.
- Estabilidad química.
- No toxicidad.
- Gran poder de recubrimiento.
- Capacidad de autolimpieza.
- Agente blanqueador.
- Gran brillo y resistencia al ácido.

Esta sustancia tiene varias aplicaciones, como por ejemplo: la producción de fibras sintéticas, la producción en el cemento blanco, en la industria de la cerámica, para la absorción de rayos UV en productos de bronceado, en jabones, polvos cosméticos, cremas, pasta de dientes, papel de cigarro, etc

Propiedades físicas:

Punto de ebullición: 2500 °C - 3000 °C.

Punto de fusión: 1855 °C.

Densidad relativa: 3.9 – 4.3

Solubilidad en agua: Ninguna

Sustancia que se presenta como un polvo inodoro de color entre incoloro y cristalino blanco.

Identificación de peligros:

Incendio: No es combustible.

Piel: Enrojecimiento.

Ojos: Enrojecimiento.

Explosión: No supone riesgo alguno.

Exposición: No supone riesgo alguno.

Inhalación: No supone riesgo alguno.

Efectos sobre la salud:

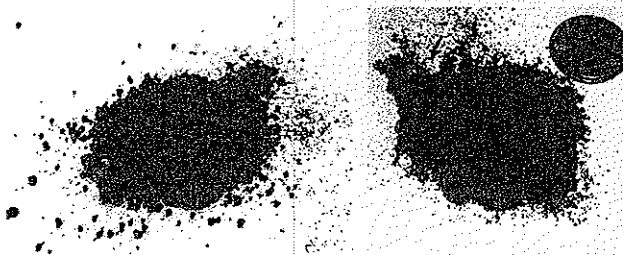
La sustancia se puede absorber por inhalación del aerosol.

La evaporación temperatura ambiente es despreciable; sin embargo, se puede alcanzar rápidamente una concentración molesta de partículas en el aire cuando se dispersa.

Tiene un nivel bajo de toxicidad, así bien, su inhalación puede causar dolor en el pecho, tos y dificultades para respirar.

8. ÓXIDO DE HIERRO

En la fabricación de pinturas, los óxidos de hierro se utilizan como pigmentos de muy alta densidad.



El Óxido de Hierro Natural

se extrae de minas que, o bien se explotan a cielo abierto como si fuese una cantera, o bien desde el interior abriendo cavidades sobre el filón.

Pero cada vez con más frecuencia, es utilizado el óxido de hierro sintético, que es creado mediante una reacción química que se produce al añadir determinados ácidos a la chatarra, en unas ciertas condiciones de temperaturas y presión. De esta manera se crea una pasta que obtendrá una u otra tonalidad dependiendo del ácido y la temperatura empleada.

La diferencia del óxido de hierro natural con el óxido de hierro sintético radica esencialmente en el proceso de fabricación.

El óxido de hierro sintético tiene más poder de pigmentación que el óxido de hierro natural, pero no por ello se puede decir que éste tiene menos calidad, ya que posee un alto poder antioxidante, motivo por el cual es muy utilizado en pinturas antioxidantes y anticorrosivas.

El inconveniente de la utilización de los óxidos de hierro sintéticos radica en su producción, ya que son mucho más difíciles de producir. Por ello, para sintetizarlos, es necesario poseer potentes sistemas de calidad.

Los óxidos de hierro en la pintura, desempeñan labores de imprimación:

- Impermeabilización
- Elaboración de esmaltes.
- Elaboración de pintura de decoración.
- Recubrimientos.

Propiedades físicas:

Como pigmento que son los óxidos de hierro, damos a continuación las propiedades físicas de un de los más usados, que es el óxido férrico.

Punto de fusión: 1565 °C.

Densidad 5.24

Solubilidad en agua: Ninguna

Sustancia que se presenta como cristales en polvo que poseen un color que oscila entre marrón rojizo, a negro.

Identificación de peligros:

Ingestión: No supone riesgo alguno.

Piel: No supone riesgo alguno

Ojos: Enrojecimiento.

Inhalación: Tos

Efectos sobre la salud:

En concentraciones importantes puede causar problemas respiratorios de carácter no grave, tales como tos, o irritación mecánica.

La evaporación temperatura ambiente es despreciable; sin embargo, se puede alcanzar rápidamente una concentración molesta de partículas en el aire cuando se dispersa.

Tiene un nivel bajo de toxicidad, así bien, su inhalación puede causar dolor en el pecho, tos y dificultades para respirar.

9. ÓXIDO DE CROMO.

El óxido de cromo es un compuesto que es utilizado en la fabricación de pinturas, debido, básicamente, al papel que realiza en el tratamiento antioxidante, siendo el óxido de cromo (III) el que mayor utilización tiene

Las sales de estos cromatos adoptan diferentes colores, por lo cual se emplean como mordientes, que son sustancias que se utilizan en tintorería con el objetivo de la fijación del colorante.

Unas de las principales razones por las que este compuesto es usado, son las siguientes:

- No migra
- Es insoluble en agua
- Inatacable frente a oxidantes
- Inerte
- Inalterable a la luz y a la intemperie.
- Excelente resistencia al calor

Propiedades físicas:

Esta sustancia, que se presenta en forma de polvo claro a verde oscuro, se caracteriza por las siguientes propiedades:

- Punto de fusión: 2435 °C.
- Punto de ebullición: 4000 °C.
- Densidad 5.22.24
- Solubilidad en agua: Ninguna

Identificación de peligros:

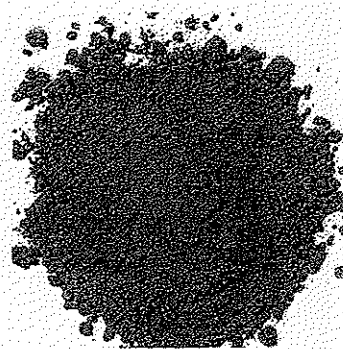
Ingestión: No supone riesgo alguno.
Piel: No supone riesgo alguno

Ojos: Enrojecimiento.
Inhalación: Tos

Efectos sobre la salud:

Puede alcanzarse una concentración nociva de partículas suspendidas cuando esta sustancia se dispersa.

Puede también causar irritación mecánica en los ojos y en el tracto respiratorio.



10. CROMATO DE PLOMO.

El cromato de plomo se utiliza en la fabricación de pinturas como colorante o pigmento amarillo.

Sus propiedades más significativas, son las que siguen:

Propiedades físicas:

Punto de fusión: 844 °C.
Punto de ebullición: Se descompone.
Densidad 6.3
Solubilidad en agua: 0.058

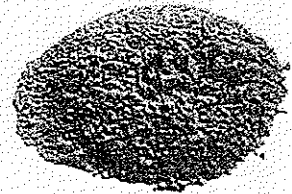
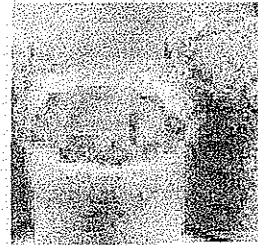
Identificación de peligros:

<u>Incendio:</u>	No combustible, pero se desprenden humos o gases tóxicos e irritantes.
<u>Explosión:</u>	No supone riesgo alguno.
<u>Inhalación:</u>	Tos, dolor de cabeza, dificultad respiratoria y náuseas.
<u>Ingestión:</u>	Dolor abdominal, estreñimiento, tos, diarrea, vómitos, debilidad, anorexia.
<u>Contacto con la piel:</u>	Quemaduras cutáneas.
<u>Contacto con los ojos:</u>	Puede causar enrojecimiento.

Efectos sobre la salud:

La sustancia se puede absorber por inhalación del aerosol y del polvo, o por ingestión.

La evaporación a 20 °C es despreciable, sin embargo, se puede alcanzar rápidamente una concentración nociva de partículas en el aire por pulverización o cuando se dispersa, especialmente si esta en forma de polvo.



La sustancia puede irritar el tracto respiratoria tras una corta duración. Si el periodo es largo o prolongado con la piel puede producir dermatitis, irritación, úlceras crónicas, eczema.

Puede originar asma, problemas en los pulmones, o problemas de riñón.

Puede originar lesión genética en los seres humanos, produciendo alteraciones en la reproducción humana.

11. PIGMENTOS.

Un pigmento es un material que cambia el color de la luz que refleja como resultado de la absorción selectiva del color. Por lo anterior, no es de extrañar que sean sustancias que tengan una gran participación en los procesos de fabricación de pinturas, puesto que son muy utilizados para teñir y dar propiedades de color.

La mayoría de ellos se presentan en forma de polvo fino.

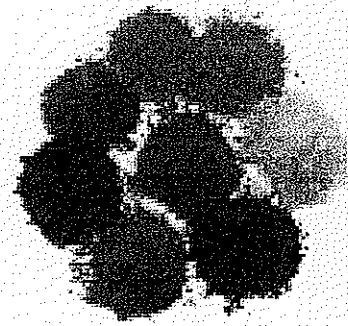
La selección de un pigmento para una aplicación en particular es determinada por su costo, y por las propiedades y atributos físicos del propio pigmento. En general, los pigmentos se usan por cumplir alguna o varias de las siguientes propiedades:

Estabilidad térmica.	Dispersión.
Toxicidad.	Opacidad o transparencia.
Poder teñidor.	Resistencia a ácidos.
Resistencia a la luz.	Reacciones entre pigmentos.

La utilización de pigmentos por el ser humano se remonta mucho tiempo atrás, mediante la utilización de pigmentos naturales que obtenían directamente de minerales, como por ejemplo, el hierro y el cromo.

Sin embargo, en la actualidad, no solamente son utilizados dichos pigmentos. Hoy en día existen pigmentos sintéticos, que han sido desarrollados por las personas a lo largo de la historia, de manera, que la gama de éstos se ha ido ampliando paulatinamente.

Actualmente, según el elemento o material utilizado, podemos diferenciar entre los siguientes tipos de pigmentos que se tabulan a continuación.



Procedencia del pigmento.	Color.
Arsénico.	Verde de París
Carbono.	Negro de carbón, negro marfil, negro viña, negro de humo.
Cadmio.	Verde cadmio, rojo cadmio, amarillo cadmio, naranja cadmio.
Óxidos de hierro	Caput Mortuum, rojo óxido, ocre rojo, rojo veneciano.
Cromo	Óxido de cromo verde, amarillo cromo.
Cobalto	Azul cobalto, azul cerúleo, violeta de cobalto, amarillo cobalto.
Plomo.	Blanco de plomo, amarillo Nápoles, albayalde, rojo de plomo.
Cobre.	Verde de París, verdigris, azul egipcio.
Titanio.	Blanco de titanio, amarillo de titanio, negro de titanio.
Mercurio	Bermellón.
Zinc	Blanco de zinc.
Arcilla	Siena natural, Siena tostada, sombra natural, sombra tostada, ocre.
Biológicos.	Alizarina, carmesí alizarino, añil, cochinilla, púrpura

12. NEGRO DE HUMO.

Los negros de humo con compuestos que pueden ser utilizados en una gran variedad de aplicaciones en pinturas y recubrimientos.

Una de las razones por las que éstos se usan con alta frecuencia, radica en las propiedades finales que adquieren la pintura y los recubrimientos gracias a su utilización. Éstas, son:



Foto cedida pela Degussa

Buena fineza, o distribución del tamaño de partícula
Se alcanza una estructura, o distribución del tamaño y forma de los agregados correcta.
Buenas propiedades de porosidad, o distribución del tamaño del poro
Deseadas características química de la superficie.

El negro de humo transfiere unas características importantes en el color, el brillo y la duración de la pintura:

Color - El color que se observa en una pintura es el resultado de la interacción de las propiedades ópticas de los pigmentos y del polímero usado. La presencia del negro de humo principalmente reduce el valor de la profundidad del color del recubrimiento.

Brillo - El brillo de un recubrimiento se debe mayormente a la textura de la superficie; El brillo que se consiga en la pintura, depende de la cantidad o concentración de negro de humo usado.

Duración - La habilidad de una pintura para resistir la exposición a los elementos y abuso físico es una medida de la durabilidad. La excelente absorción de las longitudes de onda de la luz hace del negro de humo un excelente compuesto para proveer de protección contra los rayos ultravioleta (UV) a cualquier sistema en el que se encuentre disperso. La pureza de un pigmento también es importante para maximizar la durabilidad de una capa de pintura.

Propiedades físicas:

Es una sustancia que se presenta en forma de polvo negro inodoro.
Punto de fusión: > 3000 °C.
Densidad 4.6
Solubilidad en agua: Insoluble.
Ph: 7-10.

Identificación de peligros:

La sustancia no se ha clasificado como peligrosa de acuerdo con la Directiva 67/548/EEC y sus enmiendas. No se considera peligroso, en condiciones de uso normal, ni para las personas, ni para el medio ambiente.

PARTE VI.

Valores límites de exposición y medios de muestreo.

4.0 *Introducción.*

4.2 *Determinación de las concentraciones y métodos de muestreo de los contaminantes de la pintura.*

Determinación de la concentración y de los métodos de muestreo.

PARTE IV:

VALORES LÍMITES DE EXPOSICIÓN Y MEDIOS DE MUESTREO.

4.0 INTRODUCCIÓN.

Como ya se ha comentado, la utilización de los productos anteriormente explicados en la fabricación de la pintura puede resultar nociva para la salud, por lo que resulta obvio controlar la concentración en los ambientes de trabajo, para conseguir reducir de este modo los accidentes laborales.

Así pues, y como resultado de diferentes estudios de organismos oficiales sobre el daño provocado por estas sustancias a las personas, quedan establecidos unos valores límites para la concentración de las mismas, que hay que cumplir de manera obligatoria para asegurar las realizaciones de las actividades en condiciones de total seguridad.

Para poder comprender el significado de los parámetros, conviene previamente definirlos: TLV y VLA.

Dichos valores han sido fijados por el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, y por lo tanto, al depender éste directamente del Ministerio, son los parámetros de carácter oficial utilizados en España.

Conviene además comentar que existen otras diferentes formas de controlar la concentración de partículas nocivas en el aire, reguladas con otros parámetros, pero como se ha dicho, los más conocidos y habituales en nuestro país son el TLV y el VLA.

Como es obvio, será necesario realizar mediciones de los valores de las sustancias a las que un trabajador está expuesto, para comprobar la aceptación o no de las condiciones de trabajo y para determinar cuales son las condiciones a las que el operario se expone.

Para llevar a cabo esas mediciones, es necesario determinar cuál es el método de muestreo, es decir, en qué condiciones y cómo han de recogerse las muestras. Dicha información, nos será proporcionada una vez más por el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo.

Sin mas dilación, procedemos a explicar qué son los indicadores de los valores límite ambientales.

4.1 IDENTIFICACIÓN DE LOS VALORES LÍMITE AMBIENTALES.

Antes de presentar los datos de dichos valores de exposición, primeramente se procede a la definición de ambos parámetros, con la finalidad de recordar el significado de los mismos.

4.1.1 TLV: Valor límite Umbral.

El TLV se define como el valor límite umbral, es decir, es un parámetro que expresa las concentraciones ambientales de un contaminante, por debajo del cual la mayoría de los trabajadores pueden estar expuestos sin sufrir efectos adversos.

Por lo tanto, cualquier valor por encima de éste parámetro, supone un riesgo para la salud del operario.

Es posible que a cada contaminante se le asignen hasta un máximo de tres TLV diferentes, los cuales son explicados brevemente a continuación:

1. TLV – TWA Definido como la concentración media de contaminante para una jornada de 8 horas diarias o 40 semanales, a la que la mayoría de los trabajadores pueden estar expuestos sin sufrir efectos adversos.

Se trata de una media, ya que si midiéramos el nivel de un contaminante durante el tiempo de trabajo, dicho nivel presentaría mucha variación, por lo que se calcula la media de las exposiciones producidas en el tiempo.

2. TLV – C: Definido como la concentración del contaminante que no debe superarse en ningún momento de la jornada laboral.
3. TLV – STEL: Definido como el límites de exposición que no debe durar más de 15 minutos, que no deben repetirse más de cuatro veces por día y que deben estar espaciados en el tiempo al menos 1 hora..

En este proyecto se utilizará el TLV como TWA.

4.1.2 Definición del VLA.

El VLA se define como el valor el valor de referencia para concentraciones de los agentes químicos en el aire, para los que se cree, en base a conocimientos actuales, que la mayoría de los trabajadores pueden estar expuestos sin sufrir efectos adversos.

Así pues, podemos distinguir también, entre:

1. VLA-ED (Exposición Diaria): sería el equivalente al TLV-TWA.
2. VLA-EC (Exposición de corta duración): sería el equivalente al TLV-C.

Así pues, una vez han sido explicado el significado de estos valores, mostramos en la siguiente tabla cuales son los valores límite de las sustancias con las que el operario puede tener contacto. Dichos valores, han sido obtenidos de sus correspondientes fichas técnicas de seguridad, sacas del Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo.

	Elemento.	TLV como TWA		TLV como STEL		VLA-ED	
		Ppm	mg/m ³	Ppm	mg/m ³	Ppm	mg/m ³
1	Tolueno	550				50	192
2	Xileno.	100	434	150	651	50	221
3	Acetona.	750	1780			500	1210
4	Acetato de butilo.	150		200		150	724
5	Carbonato cálcico.		10				10
6	Silicato de magnesio.		2				10
7	Dióxido de titanio.		< 10				10
8	Óxido de hierro.		5				5
9	Óxido de cromo.		0.5				0.05
10	Cromato de plomo.	0.0012	0.5				0.05

Valor Límite Ambiental - Exposición Diaria (VLA-ED). Es la concentración media del agente químico en la zona de respiración del trabajador referida a una jornada estándar de 8 horas diarias y 40 semanales, a la que, basándose en los conocimientos actuales, la mayoría de los trabajadores pueden estar expuestos durante toda su vida laboral sin sufrir efectos adversos.

Valor Límite Ambiental - Exposición de Corta Duración (VLA-EC). Es la concentración media del agente químico en la zona de respiración del trabajador referida a cualquier período de 15 minutos a lo largo de la jornada laboral estándar de 8 horas diarias y 40 semanales, a la que, basándose en los conocimientos actuales, la mayoría de los trabajadores pueden estar expuestos durante toda su vida laboral sin sufrir efectos adversos para su salud.

4.2 DETERMINACIÓN DE LAS CONCENTRACIONES Y MÉTODOS DE MUESTREO DE LOS CONTAMINANTES DE LA PINTURA.

En los apartados anteriores se identificaron cuáles eran los posibles contaminantes en el proceso de fabricación de la pintura a los que un operario podría estar potencialmente expuesto, y se mostraron los valores límite estipulados.

Para poder expresar de manera fidedigna las concentraciones a las que el trabajador se ve expuesto, es necesario utilizar un método de medición apropiado y reconocido por la legislación española. Es decir, es necesario realizar las mediciones y utilizar el material o los equipos apropiados que se especifican en la legislación.

Así pues, en este segundo apartado, trataremos sobre cómo conseguir determinar la concentración de los posibles contaminantes acorde a la legislación, y además, se explicará el método para conseguirlo.

Por lo tanto, el objetivo es el de determinar la concentración y los métodos de muestreo de los contaminantes que en la segunda parte del proyecto se tabularon, y para ello, toda la información que a continuación se cite, es sacada de la página oficial del Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo.

En concreto, la información necesaria para determinar las concentraciones, se obtuvo de éstos artículos publicados en dicho instituto.

- Determinación de hidrocarburos aromáticos (tolueno y xileno).
- Determinación de cetonas (acetona).
- Determinación de ésteres (acetato de n-butilo).
- Determinación de la materia particulada (total y fracción respirable).
- Determinación de aerosoles.
- Determinación de metales y sus compuestos iónicos en aire.
- Determinación de plomo en aire.
- Determinación de cromo.

A continuación, se procede al desarrollo de los artículos anteriormente citados con el objetivo de explicar el proceso que se tiene que llevar a cabo para conseguir la determinación de la concentración de los contaminantes.

Dicha información viene recogida en el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (ya citado), y es reconocida por el Ministerio de Trabajo y de Asuntos Sociales de España.

4.2.1 Determinación de la concentración y método para el Tolueno y el Xileno.

En este apartado se describe el procedimiento a seguir y el equipo necesario para la captación en tubo de carbón activo y análisis por cromatografía de gases, de vapores en aire de cualquier mezcla de hidrocarburos aromáticos presentes en ambientes laborales en unos intervalos de concentración de:

40 mg/m³ a 810 mg/m³ de Tolueno.
50 mg/m³ a 950 mg/m³ de p-Xileno.

4.2.1.1 Consideraciones generales del método.

El método que se explicará, ha sido desarrollado para determinar concentraciones medias ponderadas en el tiempo de vapores de hidrocarburos aromáticos en aire, mediante la utilización de equipos de toma de muestras de bajo caudal, tanto para muestreos personales como en lugares fijos.

No puede ser utilizado para medir concentraciones instantáneas ó fluctuaciones de concentración en periodos cortos de tiempo.

Además, cualquier compuesto orgánico que presente el mismo o próximo tiempo de retención que el tolueno o el xileno, será considerado como interferencia.

4.2.1.2 Fundamentos del método.

La muestra se recoge haciendo pasar una cantidad conocida de aire a través de un tubo relleno de carbón activo, mediante una bomba de muestreo personal, quedando los vapores orgánicos adsorbidos sobre el carbón.

Posteriormente se desorben con sulfuro de carbono y se analiza la disolución resultante en un cromatógrafo de gases equipado con detector de ionización de llama.

Se determina así pues, la concentración de la muestra, y a partir de la masa de los analitos presentes en ella, se obtienen las concentraciones ambientales.

4.2.1.3 Aparatos y material para la toma de la muestra.

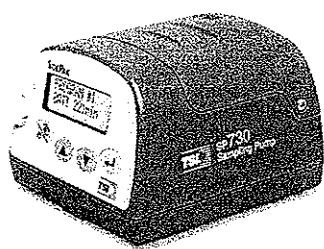
Para poder tomar la muestra, se necesita lo siguiente:

-Bomba de muestreo portátil capaz de mantener un funcionamiento continuo durante todo el tiempo de muestreo con un caudal constante dentro de un intervalo $\pm 5\%$.

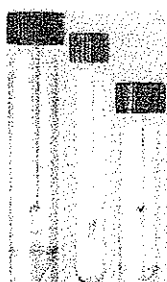
-**Tubos de muestreo de vidrio** con los dos extremos cerrados a la llama de 7 cm de longitud, 6 mm de diámetro externo y 4 mm de diámetro interno, conteniendo dos secciones de carbón activo separadas por una porción de espuma de poliuretano

Los tubos deberán disponer de tapones de polietileno que ajusten bien, para prevenir fugas durante el transporte y almacenamiento de las muestras, y contener elementos de fijación vertical en la zona de respiración del trabajador.

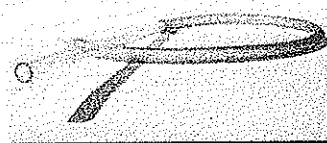
-**Tubo de goma o plástico** con el objetivo de conectar la bomba con el tubo, sin estrangulamientos ni fugas.



Bomba de muestreo portátil.



Tubo de muestreo.



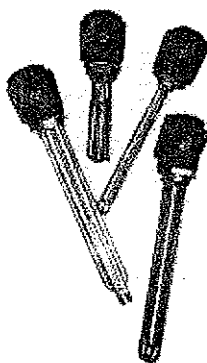
Tubo de goma.

4.2.1.3 Aparatos y material para el análisis.

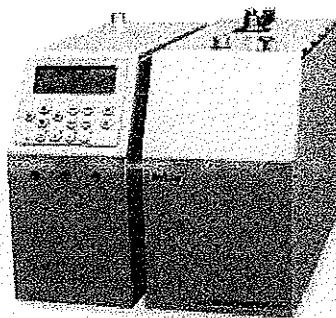
-**Tubos con tapón roscado** con junta recubierta de politetrafluoroetileno.

-**Cromatógrafo de gases equipado con detector de ionización** de llama capaz de detectar una inyección de 5 ng de tolueno con una relación señal-ruido de al menos 5 a 1.

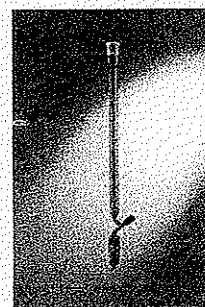
-**Columna cromatográfica de acero inoxidable.**



Tubos tapón roscado.



Cromatógrafo de gases.



Columna crom.

4.2.1.4 Toma de muestras.

Bomba y conexiones.

Al principio, es necesario calibrar la bomba portátil conectada a un tubo de muestreo. Para ello se utiliza un medidor de caudal externo (medidor de burbuja de jabón).

Posteriormente se romperán los dos extremos del tubo de carbón justo antes de comenzar el muestreo. Acto seguido, se conecta la bomba al tubo de carbón con un tubo de goma o plástico de tal forma que la sección menor del tubo sea la más próxima a la bomba.

Lugar de muestreo

Hay que colocar verticalmente el tubo de muestreo en la zona de respiración del trabajador. La bomba de muestreo se sujeta en el cinturón del trabajador o en su bolsillo.

Si el muestre es estático, se deberá situar la bomba en un lugar adecuado.

Características del muestreo

Poner en marcha la bomba y controlar la duración del muestreo.

Normalmente el caudal no debe exceder de 200 ml/min recomendándose un volumen de muestra de 5 litros.

Se deberían realizar anotaciones y registrar los tiempos, temperatura, caudal y presión barométrica antes y después de la toma de muestra.

Una vez finalizado el muestreo, desconectar la bomba, retirar los tubos de muestreo y cerrar ambos extremos con los tapones de polietileno. Etiquetar convenientemente cada tubo.

4.2.1.5 Procedimiento de análisis.

Es preciso preparar las muestras que van a analizarse conforme la normativa.

Posteriormente, se procede a un proceso de calibración, que puede ser un proceso de calibración a un nivel de concentración, o una calibración multinivel.

Después, se realiza el análisis cromatográfico, en unas condiciones estipuladas, que son:

-Temperatura del inyector	230 °C
-Temperatura del horno	100 °C
-Temperatura del detector	250 °C
-Gas portador nitrógeno	30 ml/min
-Hidrógeno	40 ml/min
-Aire sintético	300 ml/min

Y por último se determina la eficacia de la desorción

4.2.1.5 Cálculo.

Son muchos los parámetros que pueden calcularse, como por ejemplo:

- Cálculo de la eficacia de desorción.
- Determinación de analito presente en la disolución de desorción.
- Determinación de la cantidad de analito presente en la muestra.
- Determinación de la concentración de analito en el aire.

La que reclama nuestro interés, es la determinación de la concentración de analito en el aire, que se calcula de la siguiente manera:

Determinación de la concentración de analito en el aire:

$$C_{\text{aire}} = \frac{m_s}{V}$$

Siendo:

C_{aire} : concentración de analito en el aire muestreado, en mg/m^3 .

m_s : cantidad total de analito presente en la muestra, en mg.

V : Volumen de aire muestreado en m^3 .

Y para pasarlos a partes por millón (ppm):

$$C_{\text{ppm}} = C_{\text{aire}} \times \frac{24,0}{M} \times \frac{101,30}{P} \times \frac{t + 273,15}{293,15}$$

Donde:

t es la temperatura del aire muestreado en °C.

M es el peso molecular del analito en g/mol.

P es la presión del aire muestreado en kPa.

Para llegar a esta fórmula, es necesario conocer la cantidad de analito presente en la muestra, y para determinar ésta, es necesario también determinar la eficacia de desorción. Así pues, los cálculos, son:

Eficacia de desorción.

$$ED = \frac{m_i - m_b}{m}$$

Analito presente en la muestra.

$$m_s = \frac{c_f + c_p - c_b}{ED} V_d$$

Siendo:

m_i : cantidad promedio en mg de analito recuperada en la primer sección de tubo de carbón.

m : es la cantidad promedio en mg de analito añadida al patrón.

m_b : es la cantidad de analito en mg encontrada en el blanco

m_s : es la cantidad de analito presente en la muestra.

c_f : es la concentración de analito en la sección frontal del tubo de muestreo.

c_p : es la concentración de analito en la sección posterior del tubo de muestreo.

c_b : es la concentración de analito en las dos secciones del blanco.

V_d : es el volumen de disolución desorbente, en ml.

4.2.2 Determinación de la concentración y método para la acetona.

A continuación se describen en este método el procedimiento a seguir y el equipo necesario para la captación en tubo de gel de sílice y análisis por cromatografía de gases, de vapores en aire de cualquier mezcla de acetona presente en ambiente laboral en un intervalo de concentración de:

58 mg/m³ a 2570 g/m³ de Acetona.

4.2.2.1 Consideraciones generales del método.

El método que se explicará, ha sido desarrollado para determinar concentraciones medias ponderadas en el tiempo de vapores de cetonas en aire, mediante la utilización de equipos de toma de muestras de bajo caudal, tanto para muestreos personales como en lugares fijos.

No puede ser utilizado para medir concentraciones instantáneas ó fluctuaciones de concentración en periodos cortos de tiempo.

Además, cualquier compuesto orgánico que presente el mismo o próximo tiempo de retención que la acetona, será considerado como interferencia.

4.2.2.2 Fundamentos del método.

La muestra se recoge haciendo pasar una cantidad conocida de aire a través de un tubo relleno de gel de sílice, mediante una bomba de muestreo personal, quedando los vapores orgánicos adsorbidos sobre la gel del sílice.

Posteriormente se desorben N,N'dimetilformamida y se analiza la disolución resultante en un cromatógrafo de gases equipado con detector de ionización de llama.

De esta manera se obtienen las áreas de los picos de los analitos de interés y del patrón interno, determinando la cantidad presente en la muestra.

4.2.2.3 Aparatos y material para la toma de la muestra.

Para poder tomar la muestra, se necesita lo siguiente:

-Bomba de muestreo portátil capaz de mantener un funcionamiento continuo durante todo el tiempo de muestreo con un caudal constante dentro de un intervalo $\pm 5\%$.

-Tubos de muestreo de vidrio con los dos extremos cerrados a la llama de 7 cm de longitud, 6 mm de diámetro externo y 4 mm de diámetro interno, conteniendo dos secciones de carbón activo separadas por una porción de espuma de poliuretano

Los tubos deberán disponer de tapones de polietileno que ajusten bien, para prevenir fugas durante el transporte y almacenamiento de las muestras, y contener elementos de fijación vertical en la zona de respiración del trabajador.

-Tubo de goma o plástico con el objetivo de conectar la bomba con el tubo, sin estrangulamientos ni fugas.

-Integrador electrónico, para medir las áreas de los picos.

Una vez han sido descrito y explicados los aparatos necesarios para proceder a la toma de muestras, nos disponemos a realizar la misma actividad con los aparatos y el material necesario para el análisis de la muestra tomada.

4.2.2.4 Aparatos y material para el análisis.

- Tubos con tapón roscado** con junta recubierta de politetrafluoroetileno.
- Cromatógrafo de gases equipado con detector de ionización** de llama capaz de detectar una inyección de 5 ng de tolueno con una relación señal-ruido de al menos 5 a 1.
- Columna cromatográfica** de sílice fundida, y empaquetada con metil silicona o cualquiera otra sustancia capaz de separar los analitos de interés.

4.2.2.5 Toma de muestras.

Bomba y conexiones.

Al principio, es necesario calibrar la bomba portátil conectada a un tubo de muestreo. Para ello se utiliza un medidor de caudal externo (medidor de burbuja de jabón).

Posteriormente se romperán los dos extremos del tubo de cartón justo antes de comenzar el muestreo. Acto seguido, se conecta la bomba al tubo de sílice mediante un tubo de goma o plástico de tal forma que la sección menor del tubo sea la más próxima a la bomba.

Lugar de muestreo

Hay que colocar verticalmente el tubo de muestreo en la zona de respiración del trabajador. La bomba de muestreo se sujeta en el cinturón del trabajador o en su bolsillo.

Si el muestreo es estático, se deberá situar la bomba en un lugar adecuado.

Características del muestreo

Poner en marcha la bomba y controlar la duración del muestreo.

Normalmente el caudal no debe exceder de 0.05 ml/min recomendándose un volumen de muestra de 1 litro.

Se deberían realizar anotaciones y registrar los tiempos, temperatura, caudal y presión barométrica antes y después de la toma de muestra.

Una vez finalizado el muestreo, desconectar la bomba, retirar los tubos de muestreo y cerrar ambos extremos con los tapones de polietileno. Etiquetar convenientemente cada tubo.

4.2.2.6 Procedimiento de análisis.

Es preciso preparar las muestras que van a analizarse conforme la normativa.

Posteriormente, se procede a un proceso de calibración, que puede ser un proceso de calibración a un nivel de concentración, o una calibración multinivel.

Después, se realiza el análisis cromatográfico, en unas condiciones estipuladas, que son:

-Temperatura del inyector	250°C
-Temperatura del horno	60 °C
-Temperatura del detector	300 °C
-Gas portador nitrógeno	división flujo 1/100.
-Hidrógeno	40 ml/min
-Aire sintético	300 ml/min

Y por último se determina la eficacia de la desorción, en condiciones estipuladas.

4.2.2.7 Cálculo.

Al igual que en el apartado anterior, existen diversos parámetros de cálculo. El que nos interesa para nuestro estudio, es el que sigue:

Determinación de la concentración de analito en el aire:

$$C_{\text{aire}} = \frac{m_s}{V}$$

Siendo:

C_{aire} : concentración de analito en el aire muestreado, en mg/m^3 .

m_s : cantidad total de analito presente en la muestra, en mg.

V : Volumen de aire muestreado en m^3 .

Y para pasarlos a partes por millón (ppm):

$$C_{\text{ppm}} = C_{\text{aire}} \times \frac{24,0}{M} \times \frac{101,30}{P} \times \frac{t + 273,15}{293,15}$$

Donde:

t es la temperatura del aire muestreado en °C.

M es el peso molecular del analito en g/mol.
P es la presión del aire muestreado en kPa.

Para llegar a esta fórmula, es necesario conocer la cantidad de analito presente en la muestra, y para determinar ésta, es necesario también determinar la eficacia de desorción. Así pues, los cálculos, son:

Eficacia de desorción.

$$ED = \frac{m_i - m_b}{m}$$

Analito presente en la muestra.

$$m_s = \frac{c_f + c_p - c_b}{ED} V_d$$

Siendo:

m_i : cantidad promedio en mg de analito recuperada en la primer sección de tubo de carbón.

m : es la cantidad promedio en mg de analito añadida al patrón.

m_b : es la cantidad de analito en mg encontrada en el blanco

m_s : es la cantidad de analito presente en la muestra.

c_f : es la concentración de analito en la sección frontal del tubo de muestreo.

c_p : es la concentración de analito en la sección posterior del tubo de muestreo.

c_b : es la concentración de analito en las dos secciones del blanco.

V_d : es el volumen de disolución desorbente, en ml.

4.2.3 Determinación de la concentración y método para el acetato de butilo.

A continuación se describen en este método el procedimiento a seguir y el equipo necesario para la captación en tubo de carbón activo y análisis por cromatografía de gases, de vapores en aire de cualquier mezcla de acetona presente en ambiente laboral en un intervalo de concentración de:

50 mg/m³ a 1000 g/m³ de acetato de butilo.

4.2.3.1 Consideraciones generales del método.

El método que se explicará, ha sido desarrollado para determinar concentraciones medias ponderadas en el tiempo de vapores de ésteres en aire, mediante la utilización de equipos de toma de muestras de bajo caudal, tanto para muestreos personales como en lugares fijos.

No puede ser utilizado para medir concentraciones instantáneas ó fluctuaciones de concentración en periodos cortos de tiempo.

Además, cualquier compuesto orgánico que presente el mismo o próximo tiempo de retención que el acetato de butilo será considerado como interferencia.

4.2.3.2 Fundamentos del método.

La muestra se recoge haciendo pasar una cantidad conocida de aire a través de un tubo de carbón activo, mediante una bomba de muestreo personal, quedando los vapores orgánicos adsorbidos en el carbón.

Posteriormente se desorben con sulfuro de carbono y se analiza la disolución resultante en un cromatógrafo de gases equipado con detector de ionización de llama.

De esta manera se obtienen las áreas de los picos de los analitos de interés y del patrón interno, determinando la cantidad presente en la muestra.

4.2.3.3 Aparatos y material para la toma de la muestra.

Para poder tomar la muestra, se necesita lo siguiente:

-Bomba de muestreo portátil capaz de mantener un funcionamiento continuo durante todo el tiempo de muestreo con un caudal constante dentro de un intervalo $\pm 5\%$.

-Tubos de muestreo de vidrio con los dos extremos cerrados a la llama de 7 cm de longitud, 6 mm de diámetro externo y 4 mm de diámetro interno, conteniendo dos secciones de carbón activo separadas por una porción de espuma de poliuretano

Los tubos deberán disponer de tapones de polietileno que ajusten bien, para prevenir fugas durante el transporte y almacenamiento de las muestras, y contener elementos de fijación vertical en la zona de respiración del trabajador.

-Tubo de goma o plástico con el objetivo de conectar la bomba con el tubo, sin estrangulamientos ni fugas.

4.2.3.4 Aparatos y material para el análisis.

Los aparatos que han de utilizarse para poder llevar a cabo esta medición, así como el material empleado, es el que a continuación se describe:

-Tubos con tapón roscado con junta recubierta de politetrafluoroetileno.

-Cromatógrafo de gases equipado con detector de ionización de llama capaz de detectar una inyección de 5 ng de tolueno con una relación señal-ruido de al menos 5 a 1.

-Columna cromatográfica de acero inoxidable.

- Integrador electrónico.

4.2.3.5 Toma de muestras .

Bomba y conexiones.

Al principio, es necesario calibrar la bomba portátil conectada a un tubo de muestreo. Para ello se utiliza un medidor de caudal externo (medidor de burbuja de jabón).

Posteriormente se romperán los dos extremos del tubo de cartón justo antes de comenzar el muestreo. Acto seguido, se conecta la bomba al tubo de carbón mediante un tubo de goma o plástico de tal forma que la sección menor del tubo sea la más próxima a la bomba.

Lugar de muestreo

Hay que colocar verticalmente el tubo de muestreo en la zona de respiración del trabajador. La bomba de muestreo se sujeta en el cinturón del trabajador o en su bolsillo.

Si el muestre es estático, se deberá situar la bomba en un lugar adecuado.

Características del muestreo

Poner en marcha la bomba y controlar la duración del muestreo.

Normalmente el caudal no debe exceder de 200l/min recomendándose un volumen de muestra de 2 litros.

Se deberían realizar anotaciones y registrar los tiempos, temperatura, caudal y presión barométrica antes y después de la toma de muestra.

Una vez finalizado el muestreo, desconectar la bomba, retirar los tubos de muestreo y cerrar ambos extremos con los tapones de polietileno. Etiquetar convenientemente cada tubo.

4.2.3.6 Procedimiento de análisis.

Es preciso preparar las muestras que van a analizarse conforme la normativa.

Posteriormente, se procede a un proceso de calibración, que puede ser un proceso de calibración a un nivel de concentración, o una calibración multinivel.

Después, se realiza el análisis cromatográfico, en unas condiciones estipuladas, que son:

-Temperatura del inyector	230°C
-Temperatura del horno	100 °C
-Temperatura del detector	250 °C
-Gas portador nitrógeno	30 ml/min.
-Hidrógeno	40 ml/min
-Aire sintético	300 ml/min

Y por último se determina la eficacia de la deserción, en condiciones estipuladas.

4.2.3.7 Cálculo.

Al igual que en el apartado anterior, existen diversos parámetros de cálculo. El que nos interesa para nuestro estudio, es el que sigue:

Determinación de la concentración de analito en el aire:

$$C_{\text{aire}} = \frac{m_s}{V}$$

Siendo:

C_{aire} : concentración de analito en el aire muestreado, en mg/m^3 .

m_s : cantidad total de analito presente en la muestra, en mg.

V : Volumen de aire muestreado en m^3 .

Y para pasarlos a partes por millón (ppm):

$$C_{\text{ppm}} = C_{\text{aire}} \times \frac{24,0}{M} \times \frac{101,30}{P} \times \frac{t + 273,15}{293,15}$$

Donde:

t es la temperatura del aire muestreado en $^{\circ}\text{C}$.

M es el peso molecular del analito en g/mol .

P es la presión del aire muestreado en kPa .

Para llegar a esta fórmula, es necesario conocer la cantidad de analito presente en la muestra, y para determinar ésta, es necesario también determinar la eficacia de desorción. Así pues, los cálculos, son:

Eficacia de desorción.

$$ED = \frac{m_i - m_b}{m}$$

Analito presente en la muestra.

$$m_s = \frac{C_f + C_p - C_b}{ED} V_d$$

Siendo:

m_i : cantidad promedio en mg de analito recuperada en la primer sección de tubo de carbón.

m : es la cantidad promedio en mg de analito añadida al patrón.

m_b : es la cantidad de analito en mg encontrada en el blanco

m_s : es la cantidad de analito presente en la muestra.

C_f : es la concentración de analito en la sección frontal del tubo de muestreo.

C_p : es la concentración de analito en la sección posterior del tubo de muestreo.

C_b : es la concentración de analito en las dos secciones del blanco.

V_d : es el volumen de disolución desorbente, en ml.

****COMPARACIÓN ENTRE LOS TRES MÉTODOS ESTUDIADOS****

Como se ha podido observar, los procesos anteriormente descritos sobre el método de utilización y toma de muestras del tolueno, xileno, acetona y acetato de butilo, son prácticamente idénticos.

Con objeto de apreciar la analogía de estos métodos descritos, se ha elaborado a siguiente tabla que se muestra, para conocer y resumir cuáles son las diferencias fundamentales entre estos tres primeros métodos estudiados.

Como se puede apreciar, existe una similitud bastante amplia, como se plasma a continuación:

COMPARACIÓN ENTRE LOS MÉTODOS ESTUDIADOS PARA LOS DIFERENTES COMPUESTOS.			
	Tolueno y Xileno.	Acetona.	Acetato de Butilo.
Intervalos de aplicación.	Tolueno 40-810 mg/m ³ Xileno 50-950 mg/m ³	130-2570 mg/m ³	50-1000 mg/m ³
Relleno del tubo.	Carbón activo	Gel de sílice.	Carbón activo.
Condiciones cromatográficas	T° inyector: 230 °C T° horno 100 °C T° detector: 250 °C Gas N ₂ 30 ml/min. Hidrógeno 40 ml/min Aire 300 ml/min	T° inyector: 250 °C T° horno 60 °C T° detector: 300 °C Gas N ₂ 1/100 Hidrógeno 40 ml/min Aire 300 ml/min	T° inyector: 230 °C T° horno 100 °C T° detector: 250 °C Gas N ₂ 30 ml/min. Hidrógeno 40 ml/min Aire 300 ml/min
Condiciones de muestreo.	Cauda < 200 ml/min. Volumen: 5 l	Cauda < 0.05 ml/min. Volumen: 1 l	Cauda < 200 ml/min. Volumen: 2 l
Observaciones	El método de muestreo, análisis y operaciones de laboratorio para obtener la concentración es idéntico para el tolueno, xileno, acetona y acetato de butilo.		

4.2.4 Determinación de la concentración y método para determinar el contenido de materia particulada en el aire.

En este apartado vamos a comentar cual es el procedimiento a utilizar para obtener las concentraciones de materia particulada en el proceso de fabricación de la pintura.

Haciendo alusión a las palabras: materia particulada, la primera idea que nos viene a la mente es la de asociar dicha materia al carbonato cálcico y al silicato de magnesio, pues son sales comúnmente conocidas. No obstante, cabe recordar que en el proceso de fabricación de la pintura que se está estudiando, existen otros posibles contaminantes, como era los óxidos o cromatos, que podrían afectar de igual modo a la salud del trabajador, por presentarse en forma sólida.

Así pues, con el procedimiento que va a explicarse a continuación, podrían realizarse las mediciones para determinar las concentraciones de elementos nocivos para el empleado que se presenten de forma sólida.

4.2.4.1 Consideraciones generales del método.

El método que a continuación describiremos trata sobre el equipo y los procedimientos necesarios para la toma de muestra, con filtros de cloruro de polivinilo (PVC), y la determinación gravimétrica de materia particulada en aire.

Es aplicable en el área de la higiene industrial para obtener las determinaciones de polvo total y de la fracción respirable según las especificaciones.

Su campo de aplicación del método puede ampliarse a toda materia particulada específica (humos metálicos, polvo de sílice libre, etc.) para cuyo análisis se precise también una determinación gravimétrica.

Así pues, con este método se consigue determinar concentraciones de polvo o materia particulada entre 3 y 20 mg/m³, para un volumen de muestreo de 100 litros, y para un margen de trabajo establecido entre 0,3 y 2 mg de polvo por muestra.

También puede ser utilizado en el caso de concentraciones de polvo en aire mayores, tomando un volumen de muestra menor al indicado. Además, según la naturaleza del polvo, pueden admitirse hasta 4 ó 5 mg de polvo/ muestra.

La sensibilidad del método depende de las especificaciones de la balanza analítica empleada, y la mínima recomendada es 0,01 mg.

4.2.3.2 Fundamentos del método.

Como se ha comentado anteriormente, para llevar a cabo éste método es necesario recoger una muestra haciendo pasar un volumen conocido de aire a través de un filtro de membrana de cloruro de polivinilo, previamente pesado con una aproximación mínima de 0.01 mg.

El filtro se accionará antes de pesarlo en una cámara de humedad controlada a temperatura constante, durante un mínimo de 24 horas. Esta operación se realiza tanto en la pesada previa a la toma de muestra, como en la posterior a la misma.

La diferencia de peso entre ambas pesadas, expresada en miligramos, corresponde a la cantidad de polvo o materia particulada retenida en el filtro, a partir de la cual se obtiene la concentración de polvo o materia particulada en miligramos por metro cúbico de aire.

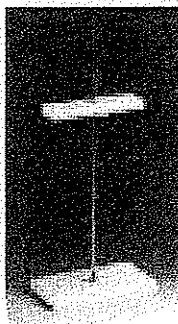
4.2.3.3 Aparatos y material para la toma de la muestra.

Para poder tomar la muestra, se necesita lo siguiente:

- Bomba de muestreo** portátil capaz de mantener un funcionamiento continuo durante todo el tiempo de muestreo con un caudal constante dentro de un intervalo $\pm 5\%$.
- Filtro de membrana de cloruro de polivinilo**, de 37 micras de diámetro y 5 micras de tamaño de poro.
- Soporte de filtro**, para garantizar la distribución uniforme del paso de aire durante la toma de muestras.
- Portafiltro o cassette**, para colocar el filtro sobre el soporte de celulosa.



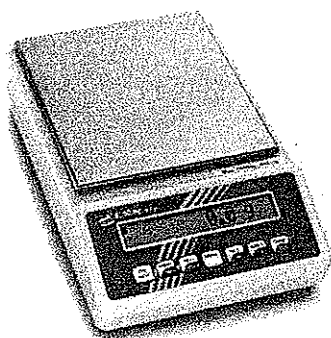
Filtro.



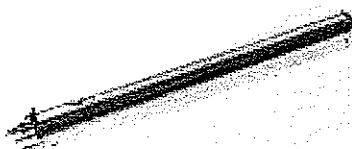
Soporte de filtro.

4.2.4.4 Aparatos y material para el análisis.

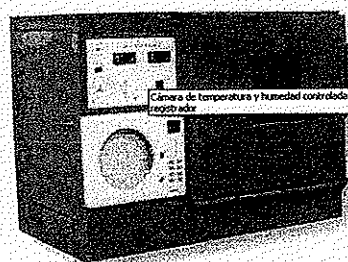
- **Balanza analítica**, con una sensibilidad mínima de 0.01mg.
- **Balanza de ionización radioactiva**, para eliminar la influencia de las fuerzas electroestáticas de los filtros.
- **Piezas antiestáticas** sin estrías en los bordes.
- **Cámara o recinto de humedad controlada**, dependiendo del laboratorio.
- **Medidor de humedad o higrómetro**.
- **Termómetro**.



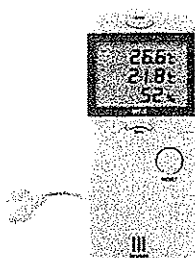
Balanza analítica.



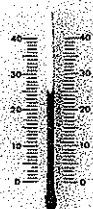
Piezas antiestáticas.



Cámara humedad controlada.



Higrómetro.



Termómetro.

4.2.4.5 Toma de muestras.

Condiciones generales.

La muestra de aire se toma a un caudal de 1,5 - 2 l/min a través de una cassette de 2 ó 3 cuerpos que contiene un filtro de membrana de cloruro de polivinilo.

Cuando se requiera muestrear la fracción de polvo respirable deberá colocarse el ciclón acoplado al cassette, ajustándose entonces el caudal a 1,7 l/min.

El volumen de aire que se recomienda muestrear para determinar la concentración de polvo molesto (o inerte) es de 100 litros para la fracción total y de 200 litros para la fracción respirable.

La cantidad de polvo recogida sobre el filtro no deberá exceder, en ningún caso, de 5 mg, para evitar de esta manera la colmatación del filtro.

Procedimiento de muestreo.

Para llevar a cabo este procedimiento, se coloca la bomba de aspiración (calibrada) en la parte posterior de la cintura del operario asegurándola con un cinturón apropiado.

La calibración de la bomba debe realizarse con el mismo sistema de captación que se vaya a utilizar en el muestreo, con el fin de que la pérdida de carga sea similar a la que se tendrá en el mismo.

Posteriormente, a la bomba se le une tubo de goma que pasa por la espalda y hombro del operario, de forma que el extremo libre del tubo quede a la altura de la clavícula, fijándolo con una pinza a su traje.

Una vez está todo preparado para empezar a muestrear, se pone la bomba en funcionamiento y se inicia la captación de la muestra. Durante la captación, debe vigilarse periódicamente el correcto funcionamiento de la bomba.

En el caso de que se aprecien anomalías o variaciones sobre el caudal inicial, debe volverse a recalibrar la bomba y anular la muestra.

Una vez el tiempo de muestreo ha finalizado, se procede a la parada de la bomba y se anotan los siguientes datos: tiempo de muestreo, caudal, temperatura ambiente y presión.

Para finalizar, se retira el cassette y se cierran sus orificios con los tapones, procurando que estos ajusten perfectamente. No se abrirá ya hasta el momento del análisis, y se pondrá una identificación en la muestra tomada.

Transporte y almacenamiento.

Desde el fin de la toma de muestras hasta el momento del análisis, se adoptarán las medidas pertinentes para que los envases resulten protegidos, para evitar cualquier tipo de daño, alteración o pérdida de su contenido durante su envío o transporte al laboratorio.

Por lo anterior, se deberá utilizar maletines u otros envases que sirvan para dicha tarea.

4.2.4.6 Procedimiento de análisis.

Limpieza.

Antes de comenzar, toda el área próxima a las balanzas debe mantenerse libre de polvo. Además, las pinzas, espátula y plato de la balanza deben limpiarse cuidadosamente usando alcohol etílico y tejidos no fibrosos desechables.

Los cassettes que se vayan a preparar para la toma de muestras, se lavarán perfectamente con agua y detergente, aclarándose posteriormente con agua corriente y destilada.

Los ciclones, deben también desmontarse e inspeccionarse en su interior. Si aparece suciedad deberán limpiarse cuidadosamente con un trozo de algodón húmedo y en el caso de que aparezcan muescas o rayas en su interior, deberán desecharse.

Pesada.

Para proceder al proceso de pesado, se han de sacar cuidadosamente de su caja los filtros de membrana y se distribuyen sobre los cuerpos inferiores de los cassettes ya dispuestas con los soportes de celulosa.

Se introducen acto seguido el conteniendo los filtros, en la cámara de humedad controlada en la que se habrá introducido la disolución apropiada, dejándose en reposo un mínimo de 24 horas.

Para finalizar, se retira cuidadosamente el filtro del cassette con ayuda de una pinza y una espátula, se pasa por encima de la barra de ionización radioactiva y se deposita cuidadosamente sobre un vidrio de reloj colocado sobre el plato de la balanza que se ha tarado previamente. Se determina el peso del filtro.

4.2.4.7 Cálculo.

Para obtener el peso de polvo o de materia particulada retenido en el filtro, se procede de la siguiente manera:

$$c = \frac{P}{V}$$

Siendo:

c es la concentración de polvo o materia particulada en aire, en mg/m³.

P es la cantidad de polvo o materia particulada, en mg. obtenida por diferencia entre las pesadas P₂ (peso de filtro) y P₁ (peso de filtro mas materia)

V es el volumen de aire muestreado, en m³.

4.2.5 Determinación de la concentración y método para el Plomo en el aire.

El siguiente procedimiento y equipo que se describe es el necesario para la determinar la concentración de plomo en el aire mediante la técnica de espectrofotometría de absorción atómica con llama.

Así pues, es preciso comentar que dicho método será válido en el rango de concentraciones correspondiente desde 0,05 a 1,0 mg/m³ de aire, para un volumen de muestreo de 200 litros.

4.2.5.1 Consideraciones generales del método.

Antes de proceder a la explicación, es conveniente explicar algunas consideraciones:

La primera de ellas, es que la muestra será recogida haciendo pasar un volumen conocido de aire a través de un filtro de ésteres de celulosa mediante una bomba de muestreo. Posteriormente, será tratada con ácido nítrico para destruir la matriz orgánica y disolver el metal presente en la misma.

La segunda, es que el plomo contenido en la muestra se determinará mediante la espectrofotometría de absorción atómica con una llama de longitud de onda 283,3 nm.

Además, es necesario comentar que el método que se explicará ha sido desarrollado para determinar concentraciones medias ponderadas en el tiempo de vapores de hidrocarburos aromáticos en aire, mediante la utilización de equipos de toma de muestras de bajo caudal, tanto para muestreos personales como en lugares fijos, por lo que no podrá ser utilizado para medir concentraciones instantáneas ó fluctuaciones de concentración en periodos cortos de tiempo.

Para finalizar, y al igual que en métodos anteriores de medición de concentraciones nocivas para los empleados, cualquier compuesto orgánico que presente el mismo o próximo tiempo de retención que el tolueno o el xileno, será considerado como interferencia.

4.2.5.2 Aparatos y material para la toma de la muestra.

Para poder tomar la muestra, se necesita lo siguiente:

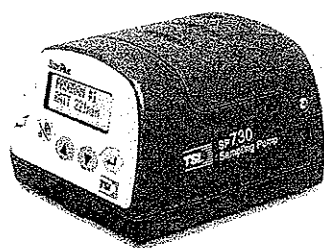
-**Filtro de membrana** de ésteres de celulosa de 37 mm de diámetro y 0,8 micras de porosidad.

-**Portafiltro** de 2 o 3 cuerpos y de 37 mm de diámetro interno, conteniendo el soporte de celulosa.

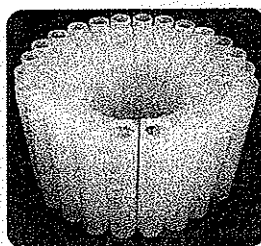
-**Bomba** personal de aspiración capaz de suministrar un flujo constante entre 1 y 4 litros por minuto, durante el tiempo de muestreo.

-**Frascos de polietileno.**

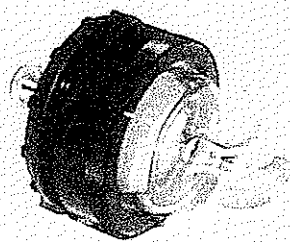
-**Espectrofotómetro de absorción atómica** provisto de cabeza de mechero de aire-acetileno y lámpara de plomo.



Bomba de muestreo portátil.



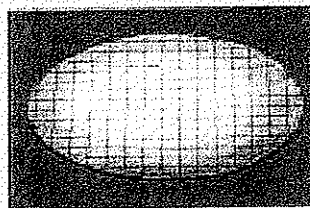
Frascos polietileno.



Portafiltro.



Espectrómetro de absorción atómica.



Filtro de membrana.

4.2.5.3. Toma de muestras.

Las muestras se toman haciendo pasar aire con un flujo de 1 a 4 l/min. a través de filtros de membrana de ésteres de celulosa de 37 mm de diámetro y 0,8 micras de poro, montados en cassettes de 2 o 3 cuerpos, mediante una bomba personal de aspiración, calibrada en condiciones representativas de la toma de muestra.

El volumen de aire muestreado debe estar comprendido entre 200 y 1200 litros. En cualquier caso la cantidad de polvo total captada en el filtro no excederá de 2 mg aproximadamente.

Con cada partida de muestras se acompañará un filtro blanco, el cual ha sido sometido a las mismas manipulaciones que las muestras, excepto que no se ha pasado aire a su través.

El envío de las muestras debe efectuarse en cajas o maletines apropiados y diseñados para prevenir posibles daños o pérdidas de muestra en su transporte.

4.2.5.4. Procedimiento de análisis.

Es importante conocer que todo material de vidrio utilizado en el análisis después de su lavado, debe mantenerse sumergido varios minutos en ácido nítrico, y acto seguido ser cuidadosamente enjuagado con agua bidestilada.

El proceso de digestión de las muestra debe efectuarse en el interior de una vitrina que disponga de sistema de extracción por aspiración. Los filtros muestra y blanco se transfieren cuidadosamente a erlenmeyers de 125 ml de capacidad y se adicionan aproximadamente 5 ml de ácido nítrico concentrado y 1 ml de peróxido de hidrógeno al 30%.

Cada erlenmeyer se cubre con un vidrio de reloj y se calienta en una placa calefactora a 140°C. Si hay elevadas cantidades de materia orgánica, son necesarias nuevas adiciones de ácido nítrico concentrado hasta su total destrucción.

La disolución resultante se evapora a sequedad en placa a 100°C. Enfriar cada erlenmeyer y disolver los residuos en 1 ml de HNO₃ concentrado.

Es preciso construir una curva de calibrado representando absorbancias frente a las concentraciones de las soluciones patrones en ug/ml para poder posteriormente realizar los cálculos para determinar la concentración.

Las disoluciones de las muestras y patrones se aspiran directamente a la llama del espectrofotómetro de absorción atómica, y se leen las absorbancias a 283,3 nm.

Un vez tenido en cuenta todas las consideraciones anteriores para realizar el análisis de la muestra, podemos empezar a presentar cómo han de realizarse los cálculos.

4.2.5.5 Cálculo.

La concentración de plomo presente en la muestra expresada en mg Pb/ml de disolución, se determina utilizando la expresión que se muestra a continuación, en la que hay que realizar una interpolación en la lectura que se obtiene de la curva de calibrado:

$$\text{mg Pb/m}^3 \text{ aire } (\mu\text{g Pb/l}) = \frac{(C_M \cdot V_M) - (C_B \cdot V_B)}{V}$$

Donde:

C_M = Concentración de plomo en la muestra ($\mu\text{g/ml}$).

V_M = Volumen de dilución de la muestra (ml).

C_B = Concentración de plomo en el blanco ($\mu\text{g/ml}$).

V_B = Volumen de dilución del blanco (ml).

V = Volumen de aire muestreado (l).

4.2.6 Determinación de metales y sus componentes iónicos en el aire.

En este apartado se describe el procedimiento y equipo a seguir para determinar la concentración de aluminio, cadmio, cinc, cobalto, cobre, cromo, hierro, manganeso, molibdeno, níquel, plata y plomo y sus compuestos iónicos en el aire.

Para nuestro proyecto, son aplicables los compuestos de hierro, cromo y plomo, pues son los que aparecen en el proceso de fabricación de la pintura.

Para poder llevar a cabo este método de determinación de la concentración, es necesario cumplir el procedimiento que en este capítulo se describirá, y será útil siempre que se cumplan las condiciones instrumentales y los intervalos de de concentraciones que a continuación se expresan:

Elemento.	Intervalo de trabajo	Volumen de aire (l)	Intervalo de concentración (mg/m^3 aire)	Límite de detección ($\mu\text{g/muestra}$)	Longitud onda (nm)	Condiciones de la llama.
Cromo	5-50	200	0.025-0.25	0.02	324.8	Aire- C_2H_2 reductora (amarilla)
Hierro	5-50	200	0.025-0.25	0.01	248.3	Aire- C_2H_2 oxidante (azul)
Plomo	5-200	≥ 200	0.025-1	0.1	283.3	Aire- C_2H_2 oxidante (azul)

4.2.6.1 Consideraciones generales del método.

Para llevar a cabo la determinación de la concentración, es necesario hacer pasar un volumen conocido de aire a través de un filtro de membrana de ésteres de celulosa para recoger los metales y compuestos metálicos de interés.

El filtro, que contendrá entonces la muestra recogida, se tratará con ácido nítrico concentrado. Los metales presentes se solubilizarán y la disolución se aspirará a la llama de un espectrofotómetro de absorción atómica equipado con una lámpara de cátodo hueco o de descarga sin electrodos de cada metal en cuestión.

Las mediciones de absorbancia se realizarán a las longitudes de onda características de cada metal anteriormente expresadas.

Los resultados analíticos se obtendrán mediante interpolación en la curva de calibración correspondiente. A partir de la cantidad de analito presente en la muestra se obtendrá la concentración ambiental.

4.2.6.2 Aparatos y material para la toma de la muestra.

Para poder tomar la muestra, es necesario disponer del siguiente equipo:

-Filtros, de 37 mm de diámetro, con una eficacia de retención no inferior al 99% para partículas de diámetro aerodinámico medio de 0,3 μm . Los filtros más adecuados son los de membrana de ésteres de celulosa de 0,8 μm de tamaño de poro.

-Portafiltros, de 2 ó 3 cuerpos, de poliestireno, compatible con el filtro y el equipo de muestreo utilizado y conteniendo un soporte de celulosa. El diámetro del orificio de entrada del aire en el portafiltros será al menos de 4 mm para evitar el efecto de pared.

-Tubo flexible, de plástico o goma para conectar a la bomba de muestreo y al portafiltros, de longitud y diámetro adecuados a fin de evitar estrangulamientos y fugas en las conexiones.

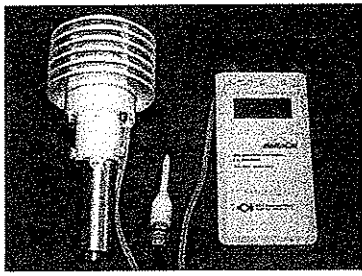
-Bombas de muestreo adecuadas para el uso con el procedimiento de muestreo establecido, con posibilidad de regulación del caudal y capacidad para mantenerlo constante dentro de un intervalo de $\pm 5\%$ del valor nominal, durante todo el tiempo de muestreo.

-Medidor de caudal de burbuja de jabón para calibración de la bomba capaz de medir el caudal con una precisión del $\pm 5\%$.

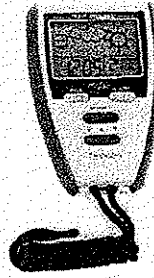
-Barómetro

-Termómetro

-Cronómetro



Barómetro, cronómetro y termómetro



Medidor de caudal.

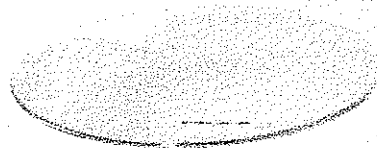
4.2.6.3 Aparatos y material para el laboratorio.

Para llevar a cabo el análisis en el laboratorio, es necesario disponer de los siguientes instrumentos:

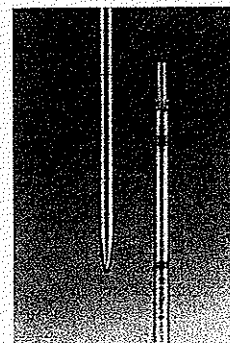
- Vasos de precipitado** o matraces erlenmeyer de capacidad aproximada de 100 ml.
- Vidrios de reloj.**
- Pipetas de enrase.**
- Probetas** de 100 ml de capacidad.
- Matraces aforados.**
- Placa calefactora**, controlada termostáticamente, capaz de mantener una temperatura de al menos 150°C.
- Espectrofotómetro de absorción atómica**, equipado con quemadores para uso con llamas de aire-acetileno y monóxido de dinitrógeno-acetileno, lámparas de cátodo hueco o de descarga sin electrodos de los metales.
- Balanza analítica**, con una precisión de ± 1 mg como mínimo.



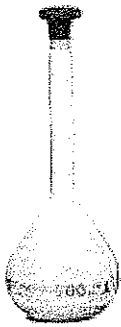
Vasos de precipitado.



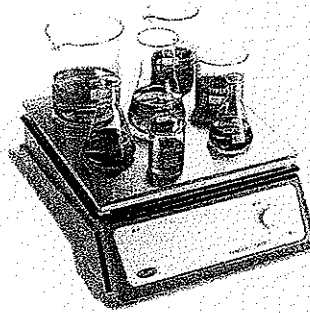
Vidrios de reloj.



Pipetas de enrase.



Matraz aforado.



Placa calefactora.

4.2.6.4. Toma de muestras.

Para calibrar correctamente la muestra, han de seguirse los siguientes pasos:

En primer lugar, se debe calibrar la bomba de muestreo con un sistema representativo de la toma de muestra real, a un caudal entre 1 l/min y 2 l/min, utilizando un dispositivo para la medición precisa del caudal. Se anotan la temperatura y presión ambientales durante la calibración de la bomba de muestreo.

Acto seguido, se procederá al montaje del filtro en un portafiltros adecuado. Es importante destacar que el filtro se manipulará únicamente con pinzas de puntas planas.

Previamente a comenzar el muestreo se retirarán los tapones del portafiltros y se conecta éste a una bomba de muestreo mediante el tubo flexible.

La bomba de muestreo se sujeta en el cinturón o en cualquier otro lugar de la ropa del trabajador procurando evitar estrangulamientos del tubo flexible. En el caso de muestras en emplazamientos fijos, se debe elegir la localización adecuada del muestreo.

Una vez realizado lo anterior, se pone en marcha la bomba para comenzar la captación de las muestras y se anotan la temperatura y presión ambientales al comienzo del muestreo.

Como en muchos de los casos anteriormente estudiados, el caudal se mantendrá durante la toma de muestra dentro del $\pm 5\%$ del valor nominal. Las muestras no serán válidas si el caudal no se ha mantenido dentro de los límites fijados.

El filtro no debe sobrecargarse para evitar su saturación. El volumen de aire muestreado para medir una determinada concentración será el suficiente para asegurar que la cantidad de metal recogida en el filtro esté dentro del intervalo de trabajo.

Para seleccionar el tiempo mínimo de muestreo habrá que tener en cuenta el caudal elegido y alguna información sobre la concentración del metal en la atmósfera que va a ser muestreada.

Al finalizar la toma de muestra, se anotan el caudal, el tiempo de muestreo, y la temperatura y presión ambientales.

Se retira el portafiltros del sistema de muestreo y se vuelven a poner los tapones para cerrarlo. Se registran la referencia de la muestra y todos los datos del muestreo.

El transporte de las muestras debe efectuarse en recipientes adecuados, para prevenir posibles daños o pérdidas de muestra durante el transporte.

4.2.6.5. Procedimiento de análisis.

En primer lugar se procede a la limpieza de material de vidrio y de polipropileno

-Todo el material de vidrio utilizado en el análisis, después de su lavado con un detergente, debe mantenerse sumergido varios minutos en ácido nítrico al 50% y ser después cuidadosamente enjuagado con agua

-Las botellas de polipropileno se limpiarán sumergiéndolas en ácido nítrico diluido al 10% durante varias horas y posteriormente también enjuagándolas con agua.

Después se debe prepara la muestra, para lo que:

-Se abren los portafiltros de muestras y blancos y se transfiere cada filtro a un vaso o matraz erlenmeyer.

-Se procede a la digestión por vía húmeda

-Se añaden aproximadamente 5 ml de ácido nítrico concentrado (3.2), se cubre cada vaso con un vidrio de reloj y se calientan en placa calefactora a 140°C en el interior de una vitrina extractora de gases.

-Se retira el vidrio de reloj y se lava con 2 ó 3 ml de ácido nítrico diluido al 10% recogiendo el residuo de lavado en el vaso que contiene la muestra. Se calienta de nuevo esta disolución a 140°C para reducir el volumen hasta aproximadamente 0,5 ó 1 ml. Se retira la muestra y se deja enfriar.

-Acto seguido se transfieren las disoluciones a matraces aforados de 10 ml de capacidad, enjuagando cuidadosamente los vasos o erlenmeyers que contienen la muestra y completando hasta dicho volumen con ácido nítrico diluido.

Cuando lo anterior ha finalizado, se preparan las disoluciones de calibración., y se procede también a la calibración del espectrofotómetro para realizar el ensaño. Para ello:

- Se selección de la longitud de onda de análisis
- Se selecciona la longitud de onda recomendada para cada metal, o bien otra línea alternativa teniendo en cuenta la concentración de las muestras, la sensibilidad de cada línea y la relación señal-ruido que puede presentar cada una de ellas.
- Se seguirán las recomendaciones del fabricante relativas a los parámetros operativos del instrumento: intensidad de lámpara, anchura de rendija, etc. y se utilizará para cada metal la llama y características propias.
- Se ajusta el cero del espectrofotómetro mientras se aspira el blanco de disolvente.
- Se elabora una curva de calibración que nos proporcionará la concentración del metal de interés en las disoluciones de muestras.

4.2.6.6 Cálculos.

A continuación se presenta el método de cálculo para determinar la concentración de plomo en aire.

Para determinar la cantidad de metal presente en la muestra (expresada en microgramos de metal), debe aplicarse la siguiente expresión:

$$M = (C_1 \times V_1 \times F) - (C_2 \times V_2)$$

Siendo:

- M es la cantidad de analito, en microgramos, presente en la muestra;
- C₁ es la concentración de metal en microgramos por mililitro de disolución de muestra;
- V₁ es el volumen, en mililitros, hasta el cual ha sido diluida la muestra (ej. 10 ml);
- C₂ es la concentración de metal de disolución del blanco de muestra.
- V₂ es el volumen, en mililitros, hasta el cual ha sido diluido el blanco de muestra (ej. 10 ml).
- F es el factor de dilución empleado.(si se aplica).

Para la determinación de plomo en el aire:

Para determinar la concentración del metal en aire, en miligramos por metro cúbico, se calcula según la siguiente expresión:

$$C = \frac{M}{V}$$

Donde:

- C es la concentración de metal en aire expresada en miligramos de metal por metro cúbico de aire muestreado.
- M es la cantidad de metal en microgramos, presente en la muestra.
- V es el volumen, expresado en litros, de aire muestreado.

PARTE V.

Muestreo y conclusiones de los resultados.

5.0 Introducción.

5.1. Muestreo, resultados obtenidos y evaluación para la materia particulada.

5.2. Muestreo, resultados obtenidos y evaluación para el tolueno y el xileno.

PARTE V:

MUESTREO Y CONCLUSIONES DE LOS RESULTADOS.

5.0 INTRODUCCIÓN.

Una vez han sido identificados los contaminantes a los que un trabajador puede verse expuesto en el proceso de fabricación de la pintura que se está fabricando, y habiendo descrito y explicado los métodos de análisis de las posibles sustancias nocivas, damos paso a la cuarta parte del proyecto.

En ella se reflejará el proceso de toma de muestras que ha sido realizado para determinar en qué cantidad las sustancias no deseadas para el empleado aparecen en su ambiente de trabajo durante el desarrollo normal de su actividad.

Acto seguido, las muestras previamente recogidas serán analizadas, para finalmente, determinar la concentración de los elementos perjudiciales a los que el trabajador se expone, para compararlos con los valores permitidos por el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el trabajo, de manera que podamos establecer un análisis que proporcione unas conclusiones acerca del peligro que al que el empleado se expone.

Se debe entender también que las conclusiones a que se lleguen estarán basadas en los datos recogidos durante los días y horas en los que se ha llevado a cabo el muestreo, por lo que no sería extraño que muestreos posteriores dieran resultados con ligeras variaciones.

Para poder llevar a cabo esta tarea, nos desplazamos a la fábrica hasta en dos ocasiones durante el mes de Abril.. El objetivo de dichas visitas no es otro que el de poder realizar las mediciones de polvo de pinturas al disolvente para determinar la concentración de la fracción de polvo respirable, en los distintos puestos de trabajo afectados por dicho contaminante, así como el de la concentración de tolueno y xileno, para posteriormente valorar el nivel de exposición de los mismos.

Conocida la composición de la pintura y la cantidad de materia particulada recogida, es fácil asignar qué cantidad corresponde a cada contaminante, basándonos simplemente en el principio de proporcionalidad.

A continuación, damos paso al apartado de toma de muestras.

5.1 MUESTREO, RESULTADOS OBTENIDOS Y EVALUACIÓN PARA LA MATERIA PARTICULADA.

En este apartado se procederá a exponer y explicar los datos sobre el muestreo de materia particulada suspendida en aire. Se darán también los resultados derivados del análisis, y por último, se realizará una evaluación de los mismos.

Para ello, hemos necesitado la ayuda de dos trabajadores que han colaborado con nosotros, gracias a los cuales ha sido posible tener los datos que se presentarán más adelante.

Así pues, procedemos a continuación.

5.1.1 Toma de muestra de materia particulada en el aire.

5.1.1.1 Consideraciones generales.

Antes de comenzar con la toma de muestras de materia particulada en el aire, es conveniente conocer lo siguiente:

Para poder evaluar el riesgo higiénico por la existencia de polvo en el es necesario medir la cantidad del mismo que llega a las vías respiratorias del trabajador expuesto, que no tiene porqué corresponder a la cantidad de contaminante que exista en un determinado lugar y/o momento, ya que, en general, el operario no permanece fijo en un mismo punto.

Por lo anterior, es conveniente utilizar un sistema de muestreo personal que el operario puede llevar consigo durante todo el tiempo que dure el muestreo, y con la toma de muestras próximas a sus vías respiratorias, para de esta manera obtener los datos más precisos al supuesto que anteriormente se acaba de realizar.

La duración de la toma de muestras debe ser lo suficientemente larga y realizarse en unas condiciones de trabajo normales para que la muestra pueda considerarse representativa de las verdaderas condiciones existentes (como ya se explico en la tercera parte de este proyecto, en el apartado de condiciones generales, en el que se describía el caudal requerido por la norma.

De esta misma manera, también se fijaba un caudal a la bomba de entre 1.5 y 2 litros por minuto, y requería la presencia de filtros de policloruro de vinilo.

Así pues, una vez tenido en cuenta estos parámetros, podemos explicar el equipo de muestreo que ha sido utilizado.

5.1.1.2 Equipo de muestreo empleado.

Como hemos adelantado, el equipo de muestreo que hemos necesitado para realizar el trabajo, ha sido el siguiente:

Bombas de muestreo personal de la marca MSA

Se utilizaron dos bombas, una para cada operario, con un caudal de muestreo fijado en 1,9 litros/minuto y calibradas de manera que su variación fuera inferior a lo establecido por norma, un 5%:

- Bomba 691/46 1A Caudal 1,9 litros/minuto.
- Bomba 692/46 2A Caudal 1,9 litros/minuto.

Filtros de policloruro de vinilo para los dos trabajadores.

5.1.1.3 Colocación del equipo.

A cada uno de los dos trabajadores que colaboraron con nuestro trabajo, se les colocó una bomba individual en el cinturón que llevaban puesto, de manera que los cuerpos ciclónicos quedaran a la altura de las vías respiratorias superiores.

Se dieron instrucciones a los trabajadores para que no realizaran ninguna manipulación del equipo de medición, puesto que podrían falsearse los resultados.

5.1.1.4 Resultado de la toma de muestras.

El proceso de toma de muestras duró dos días, en horario de mañana y horario de tarde.

Tanto en el primer día como en el segundo, se efectuaron dos mediciones. Éstas se repartieron en el horario de mañana y de tarde, es decir, en el primer día se realizó un muestreo por la mañana, y otro por la tarde. De manera similar, se procedió en el segundo.

Así pues, a continuación se presentan los valores que se obtuvieron para cada uno de los trabajadores durante las cuatro mediciones en las que cada empleado colaboró mientras trabajaban en la realización de pintura en base al disolvente.

RESULTADOS OBTENIDOS:

Primera medición: Realización durante la primera mañana.					
Trabajador.	Tiempo de muestreo (min).	Caudal. (l/min)	Volumen muestreado. (l)	Cantidad de polvo respirable (mg).	Concentración de polvo respirable. (mg/m3)
T-1	60	1.9	115	6.07	52.78
T-2	60	1.9	115	4.40	38.26
Segunda medición: Realización durante la primera tarde.					
Trabajador.	Tiempo de muestreo (min).	Caudal. (l/min)	Volumen muestreado. (l)	Cantidad de polvo respirable (mg).	Concentración de polvo respirable. (mg/m3)
T-1	60	1.9	115	5.85	50.86
T-2	60	1.9	115	5.57	48.43
Tercera medición: Realización durante la primera tarde.					
Trabajador.	Tiempo de muestreo (min).	Caudal. (l/min)	Volumen muestreado. (l)	Cantidad de polvo respirable (mg).	Concentración de polvo respirable. (mg/m3)
T-1	60	1.9	115	5.33	46.34
T-2	60	1.9	115	4.64	40.34
Cuarta medición: Realización durante la primera tarde.					
Trabajador.	Tiempo de muestreo (min).	Caudal. (l/min)	Volumen muestreado. (l)	Cantidad de polvo respirable (mg).	Concentración de polvo respirable. (mg/m3)
T-1	60	1.9	115	6.02	52.34
T-2	60	1.9	115	7.92	68.86

5.1.2 Resultados derivados de la toma de muestras.

Anteriormente se han mostrado los datos del proceso de muestreo, es decir, el tiempo durante el que se midió, el caudal al que se reguló la bomba, los litros muestreados, y la materia particulada retenida en el filtro que tuvo lugar como consecuencia de dicho muestreo.

En este apartado vamos a deducir los valores de concentración de cada sustancia nociva que compone la pintura a la que se ve expuesto cada trabajador de manera individual, y posteriormente, de manera colectiva.

Para poder llevar a cabo los sucesivos apartados, se ha de conocer que la materia particulada que un filtro retiene, es nociva para la salud de las personas. Por lo anterior, sabemos que toda la cantidad retenida engloba pues, todos los contaminantes presentes en el ambiente de trabajo.

Como la empresa nos proporcionó la composición de sus pinturas, podemos llegar a la conclusión toda la materia particulada retenida, está compuesta por dichos contaminantes en las mismas proporciones.

Como consecuencia de esto, podemos saber la cantidad de cada contaminante presente en el filtro, pues sabemos qué peso ocupa este en la muestra, por lo que repartiendo la cantidad pesada proporcionalmente al peso de cada contaminante, obtenemos la cantidad por contaminante en el filtro.

Antes de proseguir, recordamos cual era la composición de la pintura que se fabrica en base disolvente (información otorgada por el fabricante):

Elemento	Concentración
Carbonato cálcico.	65%
Silicato magnésico.	10%
Dióxido de titanio	15%
Óxido de hierro.	2%
Pigmentos orgánicos.	2%
Óxido de cromo.	2%
Cromato de plomo.	2%
Negro de Húmo	2%

5.1.2.1 Resultados para cada trabajador.

Para poder calcular la concentración a la que cada empleado se ve expuesto, lo primero que hay que realizar es calcular la concentración media, es decir, la media aritmética de las concentraciones obtenidas durante los cuatro ensayos.

Posteriormente, asignaremos a cada contaminante un valor, que como ya se ha comentado, será el resultado de realizar un reparto proporcional del valor de concentración obtenido.

A continuación, los cálculos:

5.1.2.1.1 Resultados para el trabajador 1.

La concentración media a la que el trabajador uno se ve sometido durante los ensayos, es la que calculamos a continuación:

$$TRABAJADOR - 1 = \frac{52.78 + 50.86 + 46.34 + 52.34}{4} = 50.58 \text{ mg/m}^3.$$

Teniendo en cuenta la composición de la pintura, y la concentración obtenida para este empleado, podemos decir que la cantidad de contaminante a la que se ve expuesto, es la siguiente:

Compuesto.	Peso (%)	Cálculo de concentración.	Concentración (mg/m ³)
Carbonato cálcico	65	50.58*0.65	32.87
Silicato magnésico.	10	50.58*0.10	5.58
Dióxido de titanio	15	50.58*0.15	7.58
Oxido de hierro	2	50.58*0.02	1.01
Pigmentos orgánicos	2	50.58*0.02	1.01
Óxido de cromo	2	50.58*0.02	1.01
Cromato de plomo	2	50.58*0.02	1.01
Negro de humo	2	50.58*0.02	1.01

5.1.2.1.2 Resultados para el trabajador 2.

La concentración media a la que el trabajador uno se ve sometido durante los ensayos, es la que calculamos a continuación:

$$TRABAJADOR - 2 = \frac{38.26 + 48.43 + 40.34 + 68.86}{4} = 48.97 \text{ mg/m}^3.$$

Teniendo en cuenta la composición de la pintura, y la concentración obtenida para este empleado, podemos decir que la cantidad de contaminante a la que se ve expuesto, es la siguiente:

Compuesto.	Peso (%)	Cálculo de concentración.	Concentración (mg/m ³)
Carbonato cálcico	65	48.97 * 0.65	31.83
Silicato magnésico.	10	48.97 * 0.10	4.89
Dióxido de titanio	15	48.97 * 0.15	7.34
Oxido de hierro	2	48.97 * 0.02	0.97
Pigmentos orgánicos	2	48.97 * 0.02	0.97
Óxido de cromo	2	48.97 * 0.02	0.97
Cromato de plomo	2	48.97 * 0.02	0.97
Negro de humo	2	48.97 * 0.02	0.97

Una vez hemos obtenido los datos para cada trabajador, nos disponemos a obtener los datos globales, es decir, sin diferenciar entre cada trabajador.

5.1.2.2 Resultados globales obtenidos durante la medición.

Aplicamos el mismo procedimiento, pero sin especificar de que trabajador se trata.

Para ello, sumamos todas las concentraciones que se mostraron en la tabla de la página anterior, y la dividimos entre el número de veces en la que se muestreó.

Esta operación resulta tan sencilla de realizar gracias a que la calibración de la bomba, el tiempo de muestreo y las condiciones de trabajo para los empleados que colaboraron con este ensayo, son idénticas.

Así pues:

$$Concentración = \frac{52.78 + 38.26 + 50.86 + 48.43 + 46.34 + 40.34 + 52.34 + 68.86}{8} = 49.90.$$

Y por lo tanto, la concentración para cada contaminante, resulta ser de:

Compuesto.	Peso (%)	Cálculo de concentración.	Concentración (mg/m ³)
Carbonato cálcico	65	49.90 *0.65	32.43
Silicato magnésico.	10	49.90.*0.10	3.24
Dióxido de titanio	15	49.90.*0.15	7.48
Oxido de hierro	2	49.90.*0.02	0.99
Pigmentos orgánicos	2	49.90.*0.02	0.99
Óxido de cromo	2	49.90.*0.02	0.99
Cromato de plomo	2	49.90.*0.02	0.99
Negro de humo	2	49.90.*0.02	0.99

Y como era de esperar, los resultados son prácticamente iguales.

5.1.3 Evaluación de los resultados obtenidos y análisis.

Una vez tenemos los resultados de concentración obtenidos para los diferentes contaminantes, el paso final de la discusión que se está realizando, es el de ver si estos valores son apropiados y si se ajustan o no a la legislación.

Para poder dar un resultado sobre esto, solamente es necesario compararlos con los que nos proporciona el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo.

Dicho valores ya fueron plasmados en la parte tercera del proyecto.

Así pues, el criterio de análisis será el siguiente:

-Resultarán los valores aceptables cuando éstos se encuentren por debajo del límite que establece el valor del VLA de la norma.

-Resultarán por el contrario, rechazables, cuando superen dicho valor, pudiendo entonces, suponer un riesgo para la salud del empleado.

A continuación tabulamos el resumen de las tres situaciones analizadas junto el valore límite umbral del VLA que proporciona la institución anteriormente citada:

TABLA RESUMEN DE LAS CONCENTRACIONES OBTENIDAS Y LAS AUTORIZADAS.

Compuesto.	Concentración Obtenida.			Valor permitido: VLA-ED
	Trabajador-1	Trabajador-2	General.	
Carbonato cálcico				10
Silicato magnésico.	5.58	4.89	3.24	10
Dióxido de titanio	7.58	7.34	7.48	10
Oxido de hierro	1.01	0.97	0.99	5
Pigmentos orgánicos	1.01	0.97	0.99	10
Óxido de cromo				0.05
Cromato de plomo				0.05
Negro de humo	1.01	0.97	0.99	3.5

Así pues, y en consecuencia de la tabla anterior, podemos llegar a la conclusión siguiente:

Tanto el trabajador número uno, como el dos, como cualquier persona que trabaje en las condiciones en las que hasta ahora se están trabajando, se exponen a un riesgo elevado a los siguientes contaminantes:

- ** Carbonato cálcico **
- ** Óxido de cromo **
- ** Cromato de plomo **

Mientras que las sustancias restantes, no presentan riesgo para la salud del empleado, ya que aparecen en concentraciones inferiores a las concentraciones límite permitidas.

Por lo tanto, y para garantizar la seguridad y la salud del trabajador, será necesario proponer medidas correctoras que garantice que la concentración de las sustancias nocivas en el aire, se reduzca, como mínimo hasta alcanzar el valor límite.

CONCLUSIÓN:

Los niveles de carbonato cálcico, de óxido de cromo y de cromato de plomo a los que el trabajador se expone, resultan ser demasiado altos, por lo que se resulta necesario adoptar medidas correctoras de dichos parámetros de modo que logremos asegurar unas condiciones higiénicas óptimas para desempeñar la actividad.

5.2 MUESTREO, RESULTADOS OBTENIDOS Y EVALUACIÓN PARA EL TOLUENO Y EL XILENO.

En este apartado se procederá a exponer y explicar los datos sobre la toma de muestras y resultados para los gases tolueno y xileno. Se analizarán, con la ayuda de un laboratorio, pues no se dispone de los aparatos de análisis para estas muestras, y se analizarán los resultados obtenidos.

De nuevo se vuelve a necesitar la ayuda de dos trabajadores que han colaborado con nosotros, gracias a los cuales ha sido posible tener los datos que se presentarán más adelante.

Así pues, procedemos a continuación.

5.2.1 Toma de muestra del tolueno y el xileno.

5.2.1.1 Consideraciones generales.

Para proceder a la toma de muestras, se ha procedido de la manera en que el Instituto de Seguridad e Higiene en el Trabajo especifica para el caso del Tolueno y Xileno. (Descrito en la tercera parte de este proyecto).

Las muestras fueron recogidas mediante equipos de muestreo personal fijados a la ropa del trabajador, situando los sistemas de retención del contaminante en zona próxima a la entrada de sus vías respiratorias, es decir, en la zona de respiración.

El tiempo de muestreo se estableció en base a obtener valores representativos de la exposición de los trabajadores en el desarrollo de sus tareas en condiciones normales.

5.2.1.2 Equipo de muestreo empleado.

El equipo de muestreo que se utilizó, fue el siguiente:

-Bombas de muestreo personal de la marca MSA

Se utilizaron dos bombas, una para cada operario, con un caudal de muestreo fijado 0.2 litros/minuto y calibradas de manera que su variación fuera inferior a lo establecido por norma, un 5%.

Dichas condiciones son las que están reflejadas en la norma.

-Filtros de carbón activo 100/50 para muestro de gases.

5.2.1.3 Colocación del equipo.

Al igual que en el apartado anterior, cada uno de los dos trabajadores que colaboraron con nuestro trabajo, se colocó una bomba individual en el cinturón que llevaba puesto, de manera que los cuerpos ciclónicos quedaran a la altura de las vías respiratorias superiores.

También se dieron instrucciones a los trabajadores para que no realizaran ninguna manipulación del equipo de medición, puesto que podrían falsearse los resultados.

5.2.2 Resultados derivados de la toma de muestras y evaluación.

El proceso de toma de muestras duró dos días, en horario de mañana y horario de tarde, compaginado con el de la toma de muestras para la materia particulada.

Tanto en el primer día como en el segundo, se efectuaron dos mediciones. Éstas se repartieron en el horario de mañana y de tarde. Así pues, contamos con cuatro mediciones por cada trabajador, en total, 8 mediciones.

A continuación se presentan los valores de concentraciones que se obtuvieron para cada uno de los trabajadores durante las cuatro mediciones en las que cada empleado colaboró mientras trabajaban en la realización de pintura en base al disolvente.

Dichos resultados han sido facilitados por un laboratorio químico, cuyo nombre no puede ser relevado por motivos confidenciales, al que le agradezco su colaboración.

5.2.2.1 Resultados para el tolueno y evaluación.

A continuación expresamos los resultados obtenidos para el gas tolueno, y para poder compararlos con el valor umbral, lo reflejamos también en la misma tabla.

Resultados de la concentración de tolueno en el aire para ambos trabajadores.				
Trabajador 1.		VLA-ED (mg/m³)	Trabajador 2.	
Nº muestra.	Concentración (mg/m³)		Concentración (mg/m³)	Nº muestra.
1	24	192	168	1
2	18	192	174	2
3	10	192	96	3
4	73	192	156	4

Y los valores obtenidos de concentración de xileno, son los que mostramos en la siguiente tabla:

Resultados de la concentración de tolueno en el aire para ambos trabajadores.				
Trabajador 1.		VLA-ED (mg/m³)	Trabajador 2.	
Nº muestra.	Concentración (mg/m³)		Concentración (mg/m³)	Nº muestra.
1	77	221	214	1
2	22	221	181	2
3	43	221	131	3
4	88	221	198	4

5.1.3 Evaluación de los resultados obtenidos y análisis.

Una vez tenidas las concentraciones a las que un trabajador se ve sometido podemos realizar el siguiente análisis:

Ninguna de las concentraciones excede el límite umbral permitido, motivo por el que no se precisa de ninguna medida de corrección, pues los valores de exposición son normales y por lo tanto no existe riesgo para el trabajador.

Sin embargo, apreciamos que las medidas para el trabajador dos siempre resultan ser mucho mayores que para el trabajador uno.

El motivo radica en la naturaleza del puesto de trabajo. Para explicarlo, realizamos una aclaración antes omitida. El puesto en el que se le ha pedido al trabajador dos que midiera está situado en la zona de envasado de la pintura. Es decir, éste se encuentra directamente en contacto con el bote de pintura en el que se va a poner una tapa, motivo por el cual es normal que inhale mayor cantidad de gases que el trabajador uno, cuya localización resulta ser aleatoria en función del tiempo.

En cualquier caso, el trabajador dos, con los niveles de concentración detectados, estaría también dentro del rango permitido, por lo que no se vería afectada su salud.

CONCLUSIÓN:

Como conclusión de estas mediciones, puede resaltarse que la contaminación, y por tanto, el deterioro físico de los empleados como consecuencia de la inhalación de altas concentraciones de los gases tolueno y xileno, resulta prácticamente despreciable, pudiendo alcanzarse unos valores elevados y cercanos al límite de concentración permitido en el desarrollo de la actividad de envasado, pero manteniéndose de todas maneras incluidos en el rango tolerable, por lo que no existe peligro para el organismo.

PARTE VI.

Medidas para reducción de la concentración.

6.0. Instalación de una campana de ventilación.

6.1 Toma de muestras con la campana de ventilación.

6.2 Recomendaciones EPI.

PARTE VI:

MEDIDAS PARA REDUCCIÓN DE LA CONCENTRACIÓN.

6.0 . INSTALACIÓN DE UNA CAMPANA DE VENTILACIÓN.

La ventilación.

La ventilación es la técnica que permite sustituir el aire ambiente interior de un local, considerado inconveniente por su falta de pureza, temperatura inadecuada o humedad excesiva, por otro exterior de mejores características.

Las funciones de la ventilación son las siguientes:

Para las personas y los seres vivos, la ventilación resuelve funciones vitales como la provisión de oxígeno para su respiración y el control del calor que producen. También les proporciona condiciones de confort afectando a la temperatura del aire, su humedad, la velocidad del mismo y la dilución de olores indeseables.

Para las máquinas, instalaciones y procesos industriales, la ventilación permite controlar el calor, la toxicidad y la explosividad del ambiente.

Criterios de ventilación de locales.

Para ventilar un local mediante cualquier sistema aplicable de ventilación, lo primero que debe considerarse es el tipo de actividad de los ocupantes de éste.

No es lo mismo una oficina moderna, espaciosa, con bajo índice de ocupación, que una cafetería, una sala de fiestas, un taller de confección o un taller de fabricación de pintura.

La razón de ventilar los habitáculos humanos es la de proporcionar un ambiente higiénico y confortable a los ocupantes que pasan gran parte de su vida en el interior. Hay que diluir el olor corporal, controlar la humedad, el calor, el humo de tabaco y la polución que desprende los muebles, las moquetas, suelos y paredes, además de los productos y residuos originados por el proceso industrial.

Existen dos métodos de calcular el caudal de aire necesario que hay que renovar para garantizar una correcta ventilación en la sala o lugar de trabajo.

El primero de ellos es el del cálculo del caudal de aire necesario en base al número de ocupantes. La norma a seguir es la de calcular 7.5 litros por persona y por segundo. Esta es una forma de cálculo eficaz suponiendo que se tiene conocimiento del número de personas.

Para los casos en el que es difícil prever el número de ocupantes y se cree que es mejor referirse a la función del local, existe otro método que está basado en el cálculo de renovaciones por hora. Es decir, en las veces que debe renovarse por hora todo el volumen del aire del local.

A continuación se muestra la tabla aplicable a este método

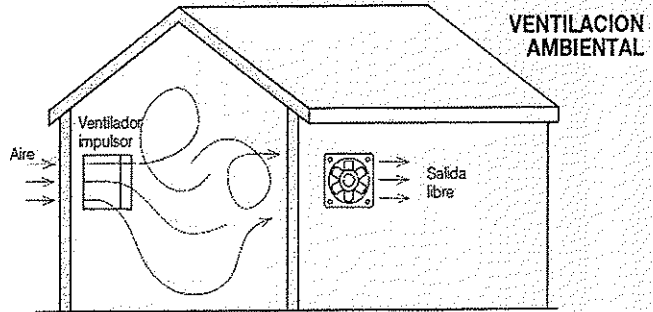
RENOVACION DEL AIRE EN LOCALES HABITADOS	Renov./hora N
Catedrales	0,5
Iglesias modernas (techos bajos)	1 - 2
Escuelas, aulas	2 - 3
Oficinas de Bancos	3 - 4
Cantinas (de fábricas o militares)	4 - 5
Hospitales	5 - 6
Oficinas generales	5 - 6
Bar de hotel	6 - 8
Restaurantes lujosos (espaciosos)	5 - 6
Laboratorios (con campanas localizadas)	6 - 8
Talleres de mecanizado	5 - 10
Tabernas (con cubas de vinos presentes)	10 - 12
Fábricas en general	5 - 10
Salas de juntas	5 - 8
Aparcamientos subterráneos	6 - 8
Salas de baile clásico	6 - 8
Discotecas	10 - 12
Restaurante medio (con un tercio de fumadores)	8 - 10
Granjas Avícolas	6 - 10
Clubs privados (con fumadores)	8 - 10
Cafés	10 - 12
Cocinas domésticas (mejor instalar campana)	10 - 15
Teatros	10 - 12
Lavabos	13 - 15
Sala de juego (con fumadores)	15 - 18

Tipos de ventilación.

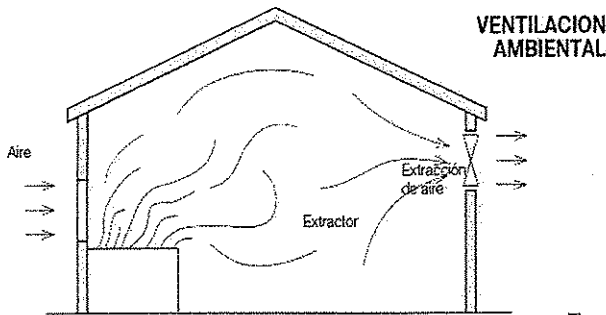
Podemos diferenciar entre diferentes tipos de ventilación.

Ventilación por Sobrepresión.

Es la que se obtiene insuflando aire a un local, poniéndole en sobrepresión interior respecto a la presión de la atmósfera. El aire fluye entonces hacia el exterior por las aberturas dispuestas para ello, y en el transcurso de ese fluir, limpia la sala de partículas no deseadas o contaminantes.



Ventilación por Depresión.



Es la que se logra colocando el ventilador extrayendo el aire del local, por lo que se origina una depresión en el local respecto a la presión atmosférica. El aire penetra desde fuera por la abertura adecuada, efectuando una ventilación de iguales efectos que la anterior.

Ventilación localizada.

Es una forma de ventilación en la que el aire contaminado es captado en el mismo lugar en que se produce o tiene origen la emisión de dicho contaminante. De esta manera se evita la difusión por todo el local. La manera en la que se logra este tipo de ventilación es mediante una campana que abraza lo más estrechamente posible el foco de polución y que conduzca directamente al exterior el aire captado.

Ventilación mecánica controlada.

Es un sistema que se utiliza para controlar la ventilación de toda una vivienda, un local comercial o edificios. Es un sistema más complejo que los anteriores y ofrece ahorro de energía.

Ventilación localizada.

En nuestro caso se utilizará la ventilación localizada, ya que se puede identificar claramente el foco de contaminación, es el sistema más efectivo a la vez que el sistema más económico.

Para aplicar este sistema, debemos proceder de la siguiente forma:

1. Identificar los puntos de producción del contaminante.
2. Encerrar el contaminante bajo una campana.
3. Establecer una succión capaz de captar, arrastrar y trasladar el aire posiblemente cargado de partículas.

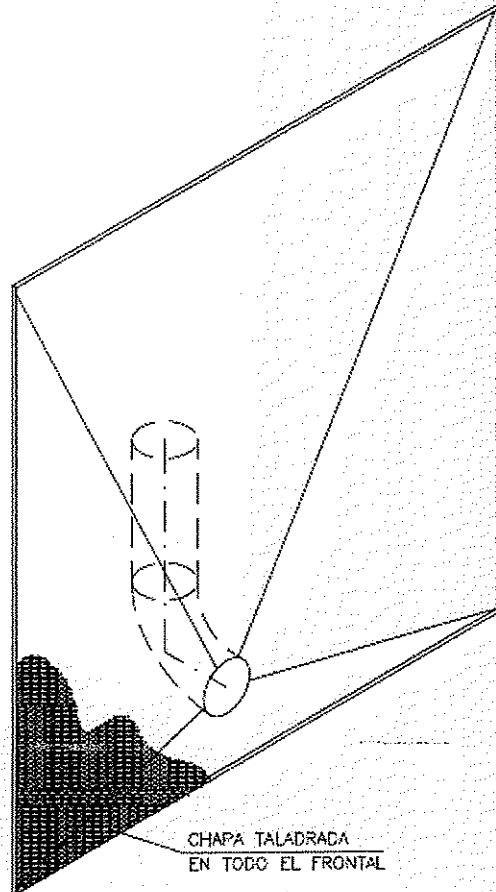
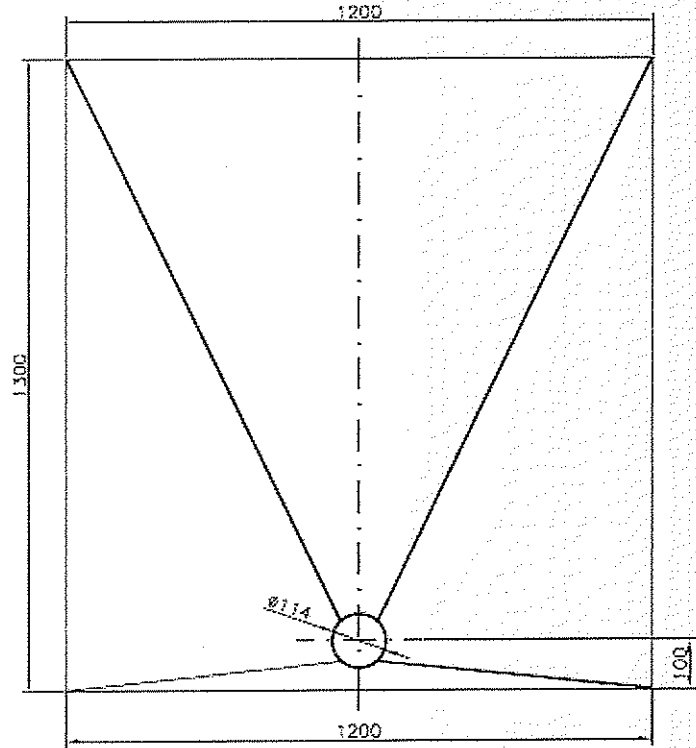
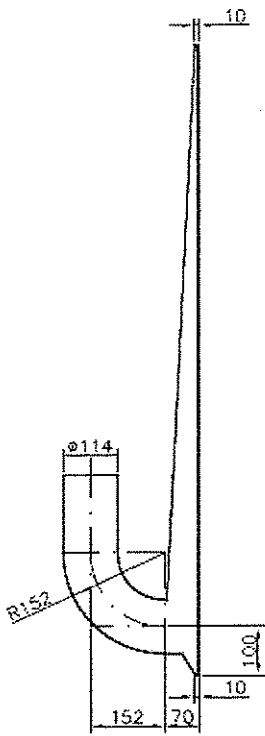
En nuestro caso, se ha consultado con fabricante sobre las dimensiones de la campana a emplear para reducir el pico de contaminación a los que los trabajadores se ven expuestos, y nos recomiendo una campana DN 100 (1300x1200) INOX 304L.

CAMPANA DN100 (1300x1200) INOX 304L
--

Para no perder eficiencia en el procesos, el área total de todos los agujeros de la chapa de la cara opuesta al orificio de extracción de aire, ha de ser igual que el área de la tubería de extracción.

Para la instalación correcta del equipo se necesita una soplante que se encargue de extraer el aire, tirada por un motor eléctrico, y un filtro que retenga la materia suspendida en aire, que con el fin de contaminar lo mínimo posible, no es deseable expulsar.

Así pues, los planos de la campana a instalar son los que se adjuntan a continuación.



CHAPA TALADRADA
EN TODO EL FRONTAL

CAMPANA DN100 (1300x1200)
INOX 304L

6.1 TOMA DE MUESTRAS CON LA CAMPANA DE VENTILACIÓN.

Siguiendo el método ya aplicado en el apartado de toma de muestras, se vuelven a realizar las mediciones a ver el cambio en los resultados:

Primera medición: Realización durante la primera mañana.					
Trabajador.	Tiempo de muestreo (min).	Caudal. (l/min)	Volumen muestreado. (l)	Cantidad de polvo respirable (mg).	Concentración de polvo respirable. (mg/m3)
T-1	60	1.9	115	0.92	8.01
T-2	60	1.9	115	0.782	6.80
Segunda medición: Realización durante la primera tarde.					
Trabajador.	Tiempo de muestreo (min).	Caudal. (l/min)	Volumen muestreado. (l)	Cantidad de polvo respirable (mg).	Concentración de polvo respirable. (mg/m3)
T-1	60	1.9	115	1.05	9.15
T-2	60	1.9	115	0.80	7.02
Tercera medición: Realización durante la primera tarde.					
Trabajador.	Tiempo de muestreo (min).	Caudal. (l/min)	Volumen muestreado. (l)	Cantidad de polvo respirable (mg).	Concentración de polvo respirable. (mg/m3)
T-1	60	1.9	115	1.09	9.80
T-2	60	1.9	115	0.82	7.15
Cuarta medición: Realización durante la primera tarde.					
Trabajador.	Tiempo de muestreo (min).	Caudal. (l/min)	Volumen muestreado. (l)	Cantidad de polvo respirable (mg).	Concentración de polvo respirable. (mg/m3)
T-1	60	1.9	115	1.20	10.52
T-2	60	1.9	115	0.93	8.11

Así pues, las medias de concentraciones son las siguientes:

$$TRABAJADOR - 1 = \frac{8.01 + 9.15 + 9.80 + 10.52}{4} = 9.37$$

$$TRABAJADOR - 2 = \frac{6.80 + 7.02 + 7.15 + 8.11}{4} = 7.27$$

Y por tanto, las concentraciones para los diferentes compuestos, tal y como se hizo con anterioridad, son las que se calculan a continuación:

Compuesto.	Peso (%)	Cálculo de concentración.	Concentración (mg/m ³)
Carbonato cálcico	65	9.37*0.65	6.09
Silicato magnésico.	10	9.37*0.10	0.937
Dióxido de titanio	15	9.37*0.15	1.40
Oxido de hierro	2	9.37*0.02	0.187
Pigmentos orgánicos	2	9.37*0.02	0.187
Óxido de cromo	2	9.37*0.02	0.187
Cromato de plomo	2	9.37*0.02	0.187
Negro de humo	2	9.37*0.02	0.187

Compuesto.	Peso (%)	Cálculo de concentración.	Concentración (mg/m ³)
Carbonato cálcico	65	7.27*0.65	4.72
Silicato magnésico.	10	7.27*0.10	0.727
Dióxido de titanio	15	7.27*0.15	1.09
Oxido de hierro	2	7.27*0.02	0.145
Pigmentos orgánicos	2	7.27*0.02	0.145
Óxido de cromo	2	7.27*0.02	0.145
Cromato de plomo	2	7.27*0.02	0.145
Negro de humo	2	7.27*0.02	0.145

Por lo tanto, la nueva tabla resumen de las concentraciones obtenidas y autorizadas, es la que se muestra a continuación:

TABLA RESUMEN DE LAS CONCENTRACIONES OBTENIDAS Y LAS AUTORIZADAS.				
Compuesto.	Concentración Obtenida.			Valor permitido: VLA-ED
	Trabajador-1	Trabajador-2	General.	
Carbonato cálcico	6.09	4.72	5.40	10
Silicato magnésico.	0.937	0.727	0.38	10
Dióxido de titanio	1.40	1.09	1.24	10
Oxido de hierro	0.187	0.145	0.16	5
Pigmentos orgánicos	0.187	0.145	0.16	10
Óxido de cromo				0.05
Cromato de plomo				0.05
Negro de humo	0.187	0.145	0.16	3.5

Apreciamos que las concentraciones han disminuido respecto los primeros resultados.

La concentración del carbonato cálcico, que antes no era aceptable, una vez instalada la campana de ventilación ya es aceptable, por lo tanto yo no es un agente que atente contra la salud del trabajador.

No obstante, sustancias como el óxido de cromo y el cromato de plomo, aunque se han reducido de manera muy considerable, siguen estando por encima del límite permitido.

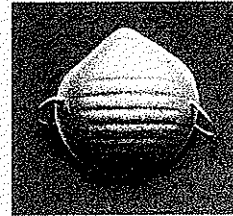
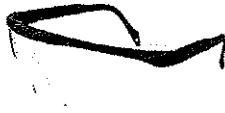
Lamentablemente, no estamos en condiciones de adquirir una campana de mayor poder de aspiración debido a presupuesto económico limitado. Por este motivo, finalizaremos el proyecto recomendando un equipo de protección individualizada básico para prevenir y reducir, de la mejor manera posible, los dos valores que aún quedan fuera de rango.

No conviene olvidar que dichos valores se han reducido ya en un 84.16%, motivo por el cual creemos que haciendo buen uso de los equipos de protección que se recomiendan a continuación, se garantizará el trabajo en condiciones seguras para los empleados de la fábrica.

6.2 RECOMENDACIÓN EPI.

Como se ha comentado anteriormente, al no disponer de presupuesto para comprar una campana de mayores prestaciones, hemos de recomendar el equipo básico de seguridad para aplicarse a los trabajadores que realicen trabajos de fabricación de pintura.

Este equipo de protección básico, formado por guantes de seguridad, gafas de seguridad y mascarilla de seguridad, será suficiente para reducir la concentración de contaminante no deseada hasta el límite aceptable.



Tras analizar el proceso de fabricación de pintura y estudiar los contaminantes a los que el trabajador se ve expuesto, son necesarias adoptar las siguientes medidas básicas de seguridad para garantizar la salud de los empleados:

- Instalación de campana de extracción.**
- Utilización de gafas de seguridad.**
- Utilización de guantes de seguridad.**
- Utilización de mascarilla de seguridad.**

Únicamente de esta manera afirmaremos que la actividad industrial de esta fábrica no supone riesgo alguno para la salud del trabajador.

BIBLIOGRAFÍA.

A continuación mencionamos la bibliografía que ha sido consultada para llevar a cabo la elaboración de dicho proyecto.

1. Definición higiene industrial instituto de seguridad e higiene en el trabajo. Accesible online el 4 Marzo 2012:
<http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/TextosOnline/EnciclopediaOIT/tomo1/30.pdf>.
2. Definición higiene industrial. Accesible online el 4 Marzo 2012:
<http://definicion.de/higiene-industrial/>.
3. Higiene industrial aplicada. Manuel Jesús Falagán Rojo. Fundación Luis Fernández Velasco. Edición julio 2001. Accesible online el 4 Marzo 2012
4. Salud laboral en el ámbito industrial. Accesible online el 6 de Marzo de 2012:
http://es.wikipedia.org/wiki/Salud_laboral#Higiene_Industrial.
5. Riesgos en higiene industrial. Accesible online: <http://www.jmcprl.net/HIGIENE-RIESGOS/index.html>.
6. Fuente de información para prevencionistas. Accesible online:
<http://www.prevencionista.es/index.html>.
7. <http://www.elergonomista.com/27en05.html>
8. <http://definicion.de/higiene-industrial/>
9. Electrodeposición de pintura. Accesible online:
<http://www.electropintura.com.mx/ef-cat.html>.
10. Tabla periódica de los elementos. Accesible online:
<http://www.lenntech.es/periodica/elementos/mn.htm>.
11. Muestreo de gases. Accesible online:
<http://www.educa.madrid.org/web/ies.vicentealeixand.pinto/departamentos/ciclos/AQI/AQIU.T.2%20MUESTREOGASES.pdf>.

12. Cálculo de conductos de ventilación. Accesible online 10 Julio 2012:
http://www.fi.uba.ar/archivos/posgrados_apuntes_CAPITULO_CALCULO_CONDUCTOS.
13. Para la información del proceso de fabricación de pinturas y ventilación, se utilizan:
Fabricante de ventiladores y conductos. Accesible online 10 Julio 2012:
<http://www.sodeca.com/>.
14. Guía Técnica para la evaluación y prevención de los riesgos presentes en los lugares de trabajo relacionado con agentes químicos. Real Decreto 374/2001, de 6 de abril. BOE nº 104 de 1 de mayo.
15. http://www.pac.com.ve/index.php?option=com_content&view=article&id=8272:como-se-fabrica-la-pintura&catid=64:industria&Itemid=87
16. http://es.wikipedia.org/wiki/Pintura_acr%C3%ADlica
17. http://www.fabrirepinturas.com/04_MAS_SOBRE_FABRICACION_Y_EQUIPO.HTML
18. <http://www.ktron.es/>
19. <http://es.wikipedia.org/wiki/Ventilaci%C3%B3n>
20. <http://www.salvadorescoda.com/tecnico/ve/Manual-Ventilacion.pdf>
21. Página del INSHT para información de todos los contaminantes:
<http://www.insht.es/portal/site/Insht/?VAPCOOKIE=JvYPQ0FVlpsGMNjg9YG TjtZSkTvf8h2hyy1ZfZRgJTD54pWQwrqx!50787814!-2137920230>
22. <http://www.insht.es/portal/site/Ergonomia2/>

