ENTORNOS DE TRABAJO UNIVERSITARIO:

RIESGOS HIGIÉNICOS GENERALES EN PROCESOS DE FUNDICIÓN EN BELLAS ARTES, Y MEDIDAS PREVENTIVAS APLICABLES

(con mención especial a la técnica singular denominada "cascarilla cerámica")

Fecha de Activación: 03 de Noviembre de 2.011

INDICE DE CONTENIDOS:

1.- Introducción.

2.- Fases de trabajo: riesgos higiénicos y medidas de prevención.

3.- Medidas de prevención del riesgo higiénico: notas adicionales.

ANEXO – I : Fundición a la cera: técnica de la cascarilla cerámica: listado no exhaustivo de entidades químicas susceptibles de estar presentes en el proceso: riesgos higiénicos genéricos, y medidas preventivas de aplicación.

1. Introducción.

La fundición es una concatenación de procesos que persiguen el disponer de una pieza final, obtenida mediante colada (y posterior solidificación del metal fundido) en un molde (el molde en el que se vierte la colada es el "negativo" de la pieza que deseamos obtener, y el mismo es "producido" por diferentes métodos, concurriendo en su elaboración diferentes técnicas y materiales).

Este molde debe estar caracterizado por un atributo principal: debe ser resistente a las elevadas temperaturas que han sido necesarias para fundir el referido metal. Este metal no necesariamente debe ser puro, sino que comúnmente pueden emplearse diferentes aleaciones, dependiendo de aquello que se persiga obtener.

Se podría diferenciar los materiales a ser fundidos empleando una categorización muy genérica: fundición de materiales férreos, y fundición de materiales no-férreos. Se considera que los problemas higiénicos asociados a fundición de materiales no-férreos son mayores que los asociables a fundición de férreos.

En la fundición empleada en Bellas Artes nos podríamos encontrar por ejemplo, con metales y aleaciones como el alumnio, bronce, o ZAMAC (una aleación de bajo punto de fusión, constituida por Zn + Al + Mg + Cu). Este metal / aleaciones suele venir en forma de lingotes (de diferentes calidades). También pueden emplearse a veces materiales de "retorno", como pueden ser piezas que no han salido bien, restos de bebederos, etc.

Otras aleaciones, no relacionadas con Bellas Artes, podrían incorporar Titanio, Cromo, Níquel… e incluso entidades con un importante nivel de peligrosidad, bajo un punto de vista toxicológico, como el Cadmio.

Si bien el metal / aleaciones constituyen el material base con el que se pretende materializar la pieza escultórica, se debe dar importancia, a los siguientes elementos también constitutivos del proceso de fundición, y que igualmente presentan diferentes propiedades de nocividad (de nuevo hablamos desde el punto de vista de la prevención de riesgos higiénicos):

- Arenas de moldeo:

Las arenas de moldeo pueden ser de dos tipos naturales, y sintéticas.

Las arenas naturales están constituidas por pequeños granos de cuarzo, y por otros materiales denominados "materiales impalpables": estos están constituidos a su vez por: arcilla, granos de cuarzo pulverizados, e impurezas.

Las arenas sintéticas están constituidas por arenas de sílice limpias, clasificadas de acuerdo a su granulometría. Para algunos casos especiales (tipos concretos de acero) se emplean arenas de olivinio, circonio, y cromita.

- Aglomerantes / aglutinantes, para las arenas:

Estos se emplean con la finalidad de aglutinar la arena, para dotar al molde hecho con la misma, de un mínimo de resistencia.

El proceso de aglomerización o aglutinación consiste en mezclar homogéneamente la arena con dos compuestos químicos: uno de ellos sufriría una reacción química de polimerización, y el otro actuaría como catalizador de ésa reacción química de polimerización: es ésa reacción química la que produce un endurecimiento de la arena.

Existen dos tipos de aglomerantes de arenas de fundición:

  - Los aglomerantes orgánicos: que pueden ser fenólicos, furánicos, e isocianatos. Si bien estos aglomerantes presentan una serie de ventajas técnicas para el proceso, su manipulación presenta importantes problemas de salubridad, debido a su toxicidad.

  - Los aglomerantes inorgánicos, como el silicato sódico, y el cemento: manipular de manera sostenida en el tiempo cemento, en caso de no realizarse con las debidas medidas de protección, puede producir dermatitis de contacto.

Finalmente, al producirse el quemado de los aglomerantes orgánicos y catalizadores, se producirán emanaciones (humos, gases) nocivos de combustión. Es importante minimizar al máximo el empleo de estos materiales, y en caso contrario, adoptar las pertinentes medidas de control, que serán referidas más adelante.

- Pinturas de moldeo; recubrimientos, tanto para los moldes, como para los machos:

Los recubrimientos para las arenas o materiales constitutivos de los moldes están compuestos por los siguientes componentes:

  - Material refractario: que suele ser silicato de circonio, magnesita, grafito, cromita, olivino, chamota, mica, óxido de hierro, etc. Diferentes materiales refractarios pueden ser empleados simultáneamente en los procesos.

  - Vehículo: que es la fase líquida del recubrimiento, que se transferirá a la superficie de la arena en forma de película. Habitualmente se emplean tres vehículos diferentes: agua, alcohol, hidrocarburos clorados.

    El agua no presenta ningún riesgo higiénico.

    Sobre el alcohol, habitualmente se suele emplear el isopropílico, que es un disolvente orgánico, y como tal siempre presenta un determinado nivel de riesgo higiénico. No obstante, se pueden utilizar también otros alcoholes en este proceso.

Sobre los hidrocarburos clorados, denominados autosecantes, si bien estos no son inflamables, son los que presentan mayores riesgos higiénicos: se evaporan sin emplear calor (es decir, se evaporan a temperatura ambiente), y son tóxicos, dañan el sistema nervioso central, el hígado, y son cancerígenos. Es muy conveniente y deseable el suprimir de raíz el empleo de estos vehículos en las operaciones.

- Materiales refractarios: constituyentes de diferentes elementos intervinientes en el proceso de fundición. Son materiales térmicamente muy resistentes. Suelen estar constituidos a base de materiales de arcilla de sílice, alúmina, magnesia, óxido de aluminio, circona, circón, nitruros, carburos, boruros… Bajo ningún concepto se empleará amianto (asbestos). Con relación a otros materiales refractarios en forma de "lana", es deseable que estos materiales estén lo más confinados posibles, para evitar la dispersión ambiental de sus fibras, dado que estas poseen cualidades neumoconióticas (es decir: que dañan los pulmones).

2. Fases de trabajo: riesgos higiénicos y medidas de prevención.

La secuencia **genérica** de un proceso de fundición podría sintetizarse de manera aproximada en el siguiente esquema:

Fase 01.- Fabricación del modelo.

Fase 02.- Preparación: pintado de machos, moldes y modelos. Otros materiales empleados.

Fase 03.- Preparación de arenas de moldeo // chamotas // moloquita (según técnica).

Fase 04.- Elaboración de los moldes. Moldeo.

Fase 05.- Fusión y afino de los metales o de aleaciones.

Fase 06.- Colada del metal en el molde.

Fase 07.- Enfriamiento de la pieza metálica fundida.

Fase 08.- Desmoldeo (vaciado).

Fase 09.- Acabado: corte de bebederos y mazarotas; desarenado; granallado; rebarbado (eliminación de material sobrante).

Fase 10: operaciones de limpieza del entorno de trabajo.

Los riesgos de carácter higiénico que pueden presentarse, así como las medidas preventivas de índole higiénica a aplicar, serían los siguientes:

Fase 01.- Fabricación del modelo:

El modelo es la pieza tridimensional en base a la cual se pretende obtener una pieza de fundición, por lo que necesita ser fabricado a partir de algunos materiales.

Los modelos pueden ser fabricados con materiales muy diferentes: madera, metal (cuando el moldeo se va a repetir muchas veces con el mismo modelo), poliestireno (para piezas bastante grandes), de resinas, de escayola, y de cera.

En la UPV se suelen emplear mayoritariamente los modelos hechos con cera.

Los riesgos higiénicos a tener en cuenta serían las siguientes:

- Si se está trabajando madera para realizar el modelo, las operaciones de aserrado, corte, pulido, etc pueden generar importante cantidad de polvo. Algunas maderas empleadas pueden ser duras, siendo su polvo de un elevado potencial lesivo para la salud si este es respirado de una manera sostenida y repetitiva a lo largo del tiempo.

  Las medidas preventivas para esta fase y material serán:

  Como equipamiento básico para dichas tareas se aconseja emplear preventivamente una mascarilla autofiltrante P2 (partículas).

  Si se estuviese generando una gran cantidad de polvo, para evitar la dispersión ambiental de polvo de la misma, se recurrirá preferiblemente a dispositivos de captación puntual similares en concepto a los emplazados en el Laboratorio de Madera (mangas de aspiración).

  Cuando se presenten importantes cantidades de polvo, o exista adicionalmente imposibilidad de utilizar sistemas de captación, se emplará adicionalmente gafas montura integral campo de uso Nº5.

- Si ya se dispone de un modelo fabricado en metal, éste en sí no presenta ningún riesgo higiénico. No obstante, durante correspondiente su proceso de obtención, en caso de que dicho proceso fuese a través de fundición, se presentarían los riesgos higiénicos tratados en éste documento.

- Los modelos en poliestireno se realizan a partir de bloque, piezas de este material. Las precauciones higiénicas que se deben tener están básicamente destinadas a proteger la vía inhalatoria, y cuando se esté empleando alguna herramienta motorizada para dar forma al poliestireno. Si se está cortando el poliestireno con hilo caliente, es conveniente realizarlo en un lugar bien aireado. Las medidas preventivas para esta fase y material serán:

Como equipamiento básico para dichas tareas se aconseja emplear preventivamente una mascarilla autofiltrante P2 (partículas).

Si se estuviese generando una gran cantidad de polvo, para evitar la dispersión ambiental de polvo de la misma, se recurrirá preferiblemente a dispositivos de captación puntual similares en concepto a los emplazados en el Laboratorio de Madera (mangas de aspiración).

Cuando se presenten importantes cantidades de polvo, o exista adicionalmente imposibilidad de utilizar sistemas de captación, se emplará adicionalmente gafas montura integral campo de uso Nº5.

- Escayola: ante la manipulación de la escayola debe tener en cuenta estos aspectos: el polvo de escayola, seco, es nocivo por inhalación, e irrita los ojos y la piel.

  Las medidas preventivas para esta fase y material serán:

  Como equipamiento básico para dichas tareas se aconseja emplear preventivamente una mascarilla autofiltrante P2 (partículas).

  Si se estuviese generando una gran cantidad de polvo, para evitar la dispersión ambiental de polvo de la misma, se recurrirá preferiblemente a dispositivos de captación puntual similares en concepto a los emplazados en el Laboratorio de Madera (mangas de aspiración).

  Cuando se presenten importantes cantidades de polvo, o exista adicionalmente imposibilidad de utilizar sistemas de captación, se emplará adicionalmente gafas montura integral campo de uso Nº5.

- Cera: la manipulación en condiciones normales de este material (sin aditivo o componente extra) no presenta riesgo higiénico alguno, pero lo único que debe tenerse en cuenta es que, durante el proceso de licuado de la cera, ésta no debe quemarse, pues los humos de combustión de la misma son irritantes.

  Para prevenir esta cuestión, esta actividad (licuado) debería realizarse únicamente en un lugar bien ventilado o aireado, pues pudiera darse la circunstancia de que mientras se fluidifica la cera en los hornillos, cayese parte de la misma sobre éstos, produciéndose los consiguientes humos.

Con relación al caso particular de la técnica de cascarilla cerámica (fundición a la cera perdida):

- Las ceras empleadas pueden ser tanto de origen animal, como vegetal y mineral. Tipos de ceras serían la cera blanca, de abejas, carnauba, candelilla…

- Dicha cera se calienta y funde al baño maría, y se le suele añadir, para conferirle fuerza, rigidez, y facilitar el control de dimensiones una serie

de aditivos-extra, que serían:

- Resinas: danmar, copal, goma laca, resina de pino, colofonia, brea, alquitrán.
- Ingredientes plásticos: polietileno, celulosa etílica, nilon, acetato de vinilo etileno, acrilato de vinilo etileno.
- Rellenantes: talco, tiza, almidón, harina de madera, piedra pómez, huesos calcinados, ocre amarillo, aceite de palma.
- Otros. Trementina, alcoholes, aceites vegetales, aceites animales.

Más o menos las proporciones constitutivas serían las siguientes:

- Ceras (normalmente más de una): entre el 30% y el 70%.
- Resinas (una o dos resinas): entre el 20% y el 60%
- Plásticos (uno): entre el 0% y el 20%
- Otros: entre el 0% y el 5%.

Nota: durante la fusión de la cera, y el manipulado de la misma, es factible que parte de la misma pueda derramarse sobre los hornillos, produciéndose su combustión con el consiguiente desprendimiento de humos. Como se ha referido, aparte de la cera se ha añadido una serie de componentes, que también se quemarían. Parte de ésos componentes también generarían humos, que serán respirados por la persona que esté manipulando la cera o los hornillos, o simplemente que esté en las inmediaciones. Por ello, es conveniente extremar al máximo las precauciones durante la manipulación, y tratar de realizar esta tarea con la máxima ventilación posible.

Si no se puede garantizar una buena ventilación, debe valorarse la oportunidad de limitar el número de operaciones de fundido de cera que se realicen simultáneamente, con el fin de minimizar la emanación de emisiones en el interior del taller.

Aparte de esta consideración, las pautas generales para el personal que realice las tareas serán:

- Se conseguirá la Hoja de Datos de Seguridad (MSDS) de las sustancias químicas o componentes que participen en el proceso.
- Se leerá detenidamente lo reflejado en dichas MSDS.
- Se aplicará las medidas de protección especificadas en las MSDS. Ante la duda, se puede consultar con el Serv. Integrado de Prevención y Salud Laboral de la UPV.

Otros materiales susceptibles de ser una alternativa a la cera a la hora de elaborar el modelo:

- De origen natural: animales, vegetales, minerales.
- De origen sintético (o fabricados): normalmente plásticos: poliestireno, polietileno, celulosa etílica, nylon)

Estos materiales pueden ser eliminados (para generar el volumen "vacío" en el que se vertirá la colada) mediante los siguientes métodos:

- Por combustión del modelo.
- Por eliminación húmeda con ácidos concentrados (normalmente ácido clorhídrico).

Las pautas generales para el personal que realice las tareas sea cual sea el método empleado se resumen en las siguientes:

- Se conseguirá la Hoja de Datos de Seguridad (MSDS) de las sustancias químicas o componentes que participen en el proceso.
- Se leerá detenidamente lo reflejado en dichas MSDS.
- Se aplicará las medidas de protección especificadas en las MSDS. Ante la duda, se puede consultar con el Serv. Integrado de Prevención y Salud Laboral de la UPV.

Para obtener información más detallada, ir a: **ANEXO – I : Fundición a la cera: técnica de la cascarilla cerámica: listado no exhaustivo de entidades químicas susceptibles de estar presentes en el proceso: riesgos higiénicos genéricos, y medidas preventivas de aplicación.**

A la hora de prevenir el riesgo de inhalación de sustancias, compuestos nocivos o tóxicos, humos, y emanaciones en general, siempre debe primar el uso de los denominados "sistemas de protección colectiva": sistemas de aspiración, extracción, y renovación de aire.

En caso de que los anteriores sistemas sean deficitarios, se debería emplear como norma general, y ante la evidente variedad de sustancias y componentes que pueden participar en un proceso de ésatas características, ante la manipulación de sustancias pulverulentas, "harinas", disolventes y compuestos volátiles, ácidos concentrados, etc, se recomienda el empleo de mascarilla polivalente con capacidad filtrante ABEKP3 (filtro mixto, apto para retener: vapores orgánicos e inorgánicos de diferentes tipos, vapores ácidos, amoníaco, y partículas). MUY IMPORTANTE: no existen filtros en el mercado capaces de retener simultáneamente emanaciones de formaldehído, de partículas, y de vapores orgánicos.

Fase 02.- Preparación: pintado de machos y modelos. Otros materiales empleados.

Los machos que se insertan en el molde para dar la configuración interna a la pieza fundida hueca deben resistir la colada, pero no la extracción de la pieza, debiéndose poder retirarse el macho con facilidad.

Estos machos pueden hacerse, o bien "cociendo" arena con ciertos aceites, o bien con arena aglomerada similar a la empleada en la elaboración del molde.

Antes de ser introducidos (montados) en el molde, se pintarían con un compuesto refractario que contiene un disolvente, y que le proporcionaría una superficie lisa y continua, con el fin de evitar la penetración del metal fundido en las aberturas o irregularidades de la arena con que estuviesen hechos.

Los disolventes más comúnmente empleados para este pintado del macho serían el alcohol isopropílico, el alcohol metílico, y el agua. En este proceso se pueden emplear "reforzantes" como el grafito, el óxido de zirconio, la magnesita…

Una vez pintado el macho, se procedería a su flameado, con el fin de provocar una evaporación lo más rápida posible del disolvente.

Con relación al caso particular de la técnica de cascarilla cerámica (fundición a la cera perdida):

Sobre el modelo elaborado en cera se aplica una capa que compatibilice la cera y la barbotina con que será cubierta (ver fase correspondiente a elaboración del molde): se aplica una capa de goma laca (es una sustancia con base alcohólica). Esta goma laca habitualmente se disuelve en alcohol (un 2% goma laca, y un 98% alcohol, aprox.) Los alcoholes utilizados habitualmente son alcohol de quemar / alcohol de limpieza.

También se suele colorear la goma-laca con negro de humo.

Las medidas de prevención, serán las habituales:

- Consultar siempre, rutinariamente, las hojas de datos de seguridad de los compuestos involucrados (goma laca, alcoholes).
- Los alcoholes son compuestos volátiles orgánicos: emplear siempre en locales bien ventilados.
- La goma laca también es un compuesto con base alcohólica: aplíquese la misma medida preventiva de usar en lugares bien ventilados.
- Si dispone de dispositivos de protección colectiva (extracción de aire, ventilación), utilícelos siempre.
- En caso de que NO disponga de los referidos dispositivos de protección

colectiva, o estos sean deficitarios, emplear mascarilla con filtro químico del tipo mixto ya referido: ABEKP3 (FILTRO MIXTO). Al emplear este tipo de mascarilla se debe tener en cuenta que el alcohol etílico colmata con rapidez el filtro químico de esta, por lo que el usuario, en cuanto perciba olfativamente el característico olor a "alcohol", deberá utilizar una nueva mascarilla.

Para obtener información más detallada, ir a: **ANEXO – I : Fundición a la cera: técnica de la cascarilla cerámica: listado no exhaustivo de entidades químicas susceptibles de estar presentes en el proceso: riesgos higiénicos genéricos, y medidas preventivas de aplicación.**

Así pues, el riesgo higiénico más evidente durante esta fase preparatoria para el macho es la emanación de vapores orgánicos del disolvente aplicado. No obstante, la manipulación de reforzantes también puede presentar riesgos dependiendo de qué sustancia sea… por lo que, de nuevo, se insiste en que se debe contrastar la información contenida en la Hoja de Datos de seguridad del mismo, aplicando las recomendaciones reflejadas en ella.

Esta tarea, al igual que se ha venido recomendando hasta ahora, se debe llevar a cabo en un lugar bien ventilado.

Para la manipulación de cualquier sustancia pulverulenta en esta fase, se requeriría, de nuevo preventivamente hablando, empleo de mascarilla P2 (partículas) o P3 [partículas, alta eficiencia retentiva] (preferiblemente esta última). No obstante, si aparte de sustancias pulverulentas se va a producir manipulación de disolventes o compuestos volátiles o que generen emanaciones, se recomienda el empleo de la ya referida anteriormente mascarilla polivalente con capacidad filtrante ABEKP3 (filtro mixto, capacidad de retención de amplio espectro). MUY IMPORTANTE: no existen filtros en el mercado capaces de retener simultáneamente emanaciones de formaldehído, de partículas, y de vapores orgánicos.

Se seguirán asimismo las pautas de empleo de protección dérmica y protección ocular expuestas en el apartado de moldeo (Fase 04).

Fase 03.- Preparación de arenas de moldeo // chamotas // moloquita (según técnica).

Algunas técnicas de fundición emplean arenas de moldeo para elaborar los futuros moldes. Los riesgos higiénicos derivados del empleo de estas arenas son los siguientes:

- Presencia de polvo de sílice en las arenas de moldeo: la exposición por vía inhalatoria a este polvo es extremadamente perjudicial. Este polvo está categorizado como cancerígeno por vía inhalatoria.

Para prevenir la exposición a este contaminante aerotransportado, durante la manipulación de las arenas, deberían emplearse sistema de captación tipo manga de aspiración, y complementariamente, mascarilla autofiltrante tipo P3 [partículas, alta eficiencia retentiva].

- Presencia de compuestos orgánicos, cuando se emplean ciertos tipos de aglomerantes para las arenas de moldeo: recordemos que se emplean fenólicos, furánicos, e isocianatos, de diferentes toxicidades. Existe una gran variedad de estos, por ejemplo:

    - Aglomerantes catalizados con ácido de furano: El alcohol furfurílico es el insumo básico. Los aglomerantes pueden ser modificados con urea, formaldehido o fenol. Los ácidos fosfórico o sulfónico se utilizan como catalizadores. El porcentaje de resina variaría entre 0.9% y 2.0% en base al peso de la arena y, el porcentaje de catalizadores ácidos varía entre un 20% y un 50% del peso del aglomerante.

    - Aglomerantes sin cocción catalizados con ácido fenólico: se generan en una reacción de condensación de fenol/formaldehido. Como catalizadores se utilizan ácidos sulfónicos fuertes.

    - Aglomerantes fenólicos alcalinos sin cocción curados con éster: se generan con un sistema de aglomerantes de dos partes consistente por una parte en una resina fenólica alcalina soluble en agua y por otra parte los denominador co-reactantes de éster líquidos. Generalmente se utiliza entre un 1.5% y un 2.0% de aglomerante respecto al peso de la arena y, de un 20% a 25% de co-reactante respecto a la resina para revestir la arena de sílice lavada y secada en las operaciones de elaboración de machos y moldes.

    - Aglomerantes sin cocción catalizados con éster/silicato. Se utiliza un aglomerante de silicato de sodio y un éster orgánico líquido (diacetato y triacetato de glicerol o diacetato de glicerol etilénico) que unciona como agente endurecedor. También se puede catalizar con CO2.

    - Resinas sin cocción de uretano oleaginoso. Estas resinas consisten de una resina alquídica de tipo oleaginoso, un catalizador líquido de metal/amina y un diisocianato metílico polimérico.

- Aglomerante sin cocción de uretano fenólico (P.U.N.).

- Sistema poliol-isocianato (principalmente para fundiciones de aluminio, magnesio y otras aleaciones ligeras): los aglomerantes no ferrosos son similares al sistema P.U.N. que consisten de una Parte I (una resina de formaldehido fenólico disuelta en una mezcla especial de solventes), una Parte II (un isocianato polimérico de tipo MDI en solventes) y una Parte III (un catalizador de amina).

- Aglomerante sin cocción de fosfato de aluminio: consiste de un aglomerante de fosfato de aluminio ácido, soluble en agua y un endurecedor de óxido metálico en polvo de flujo libre.

- Aglomerantes para moldes de cáscara: se utilizan resinas Novolac de formaldehido fenólico y lubricante (estereato de calcio en la cantidad de 4 a 6% del peso de la resina) como agente de entrecruzamiento.

- Aglomerantes de caja caliente: Las resinas se clasifican como tipos furánico o fenólico. Las de tipo furánico contienen alcohol furfurílico, las de tipo fenólico se basan en fenol y las de tipo furánico modificado tiene ambas. Se utilizan catalizadores tanto de cloruro como de nitrato. Los aglomerantes contienen úrea y formaldehido.

- Aglomerante de caja tibia. Consisten de una resina de alcohol furfurílico que ha sido formulada con un contenido de nitrógeno inferior al 2.5%. Como catalizadores se usan sales de cobre de ácidos sulfónicos aromáticos en una solución acuosa de metanol.

Dependiendo de qué resinas se empleen se generaran una serie de emanaciones ambientales: especialmente peligrosas son aquellas resinas que tras el proceso químico con los catalizadores generen formaldehído, isocianatos, aminas, o aquellos catalizados con ésteres y silicatos. El formaldehído, por ejemplo, es muy lesivo, y además es un carcinógeno confirmado.

Como norma: se debe poner énfasis en sistemáticamente consultar las Hojas de Datos de Seguridad de cualquier reactivo o producto empleado, y seguir las indicaciones de prevención de riesgos que se proporcionen en las mismas.

Ante la duda, se debe consultar con el proveedor del compuesto químico: en caso de no conseguir suficiente información, o que ésta no sea transmitida con precisión, el compuesto químico NO debería ser utilizado.

Como medidas preventivas cabe exponer:

El disponer de la MSDS de los materiales empleados, consultando siempre su contenido informativo, siguiendo las precauciones expuestas en dicho documento. Este tipo de material, debido a su toxicidad, únicamente debería ser empleado en lugares bien ventilados o aireados.

Realizar estas tareas en locales bien ventilados. Si existe algún dispositivo de captación localizada, tipo manga de aspiración, se debería proceder a su uso.

Para prevenir la exposición vía inhalatoria a las emanaciones de los mismos, como norma general se recomienda utilización de una mascarilla genérica con capacidad filtrante ABEKP3 (filtro mixto, capacidad de retención de amplio espectro). MUY IMPORTANTE: no existen filtros en el mercado capaces de retener simultáneamente emanaciones de formaldehído, de partículas, y de vapores orgánicos.

Se debe tener en cuenta además que la manipulación de estas sustancias químicas puede presentar un riesgo de exposición a través de la piel, por lo que será necesaria su manipulación empleando guantes de un material químicamente compatible.

Protección de los ojos: gafa de montura integral con campo de uso Nº5.

Con relación al caso particular de la técnica de cascarilla cerámica (fundición a la cera perdida):

Ver “Fase 04.- Elaboración de los moldes. Moldeo.”

Para obtener información más detallada, ir a: **ANEXO – I : Fundición a la cera: técnica de la cascarilla cerámica: listado no exhaustivo de entidades químicas susceptibles de estar presentes en el proceso: riesgos higiénicos genéricos, y medidas preventivas de aplicación.**

Fase 04.- Elaboración de los moldes. Moldeo:

El moldeo es la preparación de una huella del modelo, siendo esta huella rellenada con metal fundido durante una posterior fase de colada.

Materiales comúnmente empleados para fabricar los moldes son:

- arenas aglomeradas*,
- moloquita (caolín calcinado),
- chamota…

* *Debe recordarse adicionalmente, de la Fase 03, que para la preparación de las arenas aglomeradas, pueden llegar a emplearse aglomerantes/aglutinantes: compuestos orgánicos con –por lo general- muy relevantes propiedades toxicológicas a nivel inhalatorio y dérmico.*

En la manipulación de las arenas, y en general, cualquier sustancia pulverulenta, el principal riesgo higiénico es la inhalación de partículas en suspensión.

El mayor riesgo higiénico lo presentan las arenas, antes de ser aglomeradas, es el sílice en polvo es muy lesivo por vía inhalatoria, y tiene propiedad carcinogénica reconocida.

La moloquita o caolín, también puede ser altamente lesiva por vía inhalatoria, pudiendo producir, si no se siguen las medidas preventivas recomendadas, un tipo de neumoconiosis (una fibrosis pulmonar) denominada caolinosis. Este material también suele contener sílice en polvo, pero en una concentración bastante baja (inferior al 1%)

En menor grado, también existe riesgo de inhalación cuando se manipula escayola o chamota.

Las medidas preventivas para esta fase serán:

Realizar las operaciones en lugares bien ventilados o aireados. Si existe algún dispositivo de captación localizada, tipo manga de aspiración, se debería proceder a su uso.

Para la manipulación de arenas sin aglomerar, utilizar mascarilla con capacidad filtrante tipo P3 [partículas, alta eficiencia retentiva].

Para la manipulación del caolín se puede emplear mascarilla con capacidad filtrante P2 (partículas), y si fuese P3 [partículas, alta eficiencia retentiva] mejor todavía.

Para la manipulación de arenas con aglomerante, en tanto se están desprendiendo emanaciones, se emplearía mascarilla con capacidad filtrante

ABEKP3 [filtro mixto, capacidad de retención de amplio espectro] (esta mascarilla serviría también para manipular arenas sin aglomerar o para manipular caolines, pero incorpora –entre otros- un filtro químico capaz de retener parte de las emanaciones orgánicas emitidas por ejemplo por los aglomerantes/aglutinantes, aunque este filtro químico caduca con el tiempo). MUY IMPORTANTE: no existen filtros en el mercado capaces de retener simultáneamente emanaciones de formaldehído, de partículas, y de vapores orgánicos.

Para la manipulación de escayola o de chamota se puede emplear mascarilla con capacidad filtrante P2 (partículas).

Protección dérmica: especial atención hay que tener con la manipulación de los compuestos orgánicos de los aglomerantes orgánicos (fenólicos, furánicos, isocianatos, etc: indispensable consultar sus Hojas de Datos de Seguridad), o con la manipulación de cemento (aglomerante inorgánico) y escayola (estos dos últimos tienen propiedades irritativas; adicionalmente el trabajar sostenidamente en el tiempo sin protección dérmica con cemento puede generar problemas de dermatitis de contacto, debido al cromo). Se deben emplear guantes fabricados en un material compatible con los aglomerantes orgánicos, o para el caso de los aglomerantes inorgánicos, guantes impermeables, fabricados con materiales no porosos. Asimismo, de debería trabajar con vestimenta que cubra todas las partes del cuerpo, para evitar el contacto con los aglomerantes. La misma recomendación es válida para el calzado.

Protección ocular: por lo general, cualquier sustancia pulverulenta posee como mínimo cualidades irritativas para el ojo, al margen de otras que pudiera presentar (información contenida en Hoja de Datos de seguridad). Como se ha comentado en párrafos anteriores, la dispersión de polvo en el ambiente debe evitarse al máximo posible, intentando trabajar en locales con una buena extracción o muy bien ventilados.

Si ello no es posible y se percibe polvo flotando en el ambiente, para proteger los ojos se debería emplear gafa de montura integral con campo de uso nº5.

Con relación al caso particular de la técnica de cascarilla cerámica (fundición a la cera perdida):

Recordemos que partíamos de la disponibilidad de un modelo elaborado en cera.

En esta técnica, el molde para dicho modelo se elabora a partir de aplicación de capas sucesivas sobre el mismo de una “papilla” cerámica denominada barbotina, y de un estuco granulado cerámico aplicado sobre el modelo que ya se elaboró (recuérdese: modelo elaborado en cera o en otros materiales degradables por acción térmica o acción química).

La barbotina es una pasta, papilla, creada a partir de un material refractario en

forma de polvo muy fino (“harina”) más un aglutinante líquido.

- El material refractario más frecuentemente empleado para elaborar la barbotina es la moloquita.

- Otros refractarios empleados en menor medida son: el sílice fundido, la arena de sílice, el circón, y silicatos de aluminio. También pueden utilizarse el grafito y el talco.

- El aglutinante más frecuentemente empleado para elaborar la barbotina es, o bien el sílice coloidal, el etil silicato, u otros aglutinantes de silicato sódico.

  Nota: también existen aglutinantes que requieren el empleo de ácido fosfórico, o de otros aglutinantes orgánicos, tipo “resina”, como los que ya se han referido en la Fase 03.

- Otros componentes, al margen de refractarios y aglutinantes, y relacionados con este proceso, serían los siguientes:

  - Agentes humectantes, a ser añadidos a la barbotina: sulfonato de sodio alkyl-aryl; sulfato de sodio alkyl; polietoxytanol Octilphenoxy (suelen emplearse en una proporción de entre el 0,3% y el 0,03% en peso de líquido).

  - Agentes antiespuma: emulsiones de silicona acuosa; alcoholes grasos líquidos (n-octil y alcohol 2-etil hexyl) [se emplearían en una proporción de entre el 0,002% y el 10% en peso de líquido].

  - Conformadores orgánicos en película: se podrían emplear emulsiones ácidas de acetato polivinílico, alcohol polivinílico, alquinato de amonio, y también los denominados “agentes nucleadores” (compuestos refractarios de cobalto : aluminatos, silicatos, titanatos, y óxidos). También puede emplearse ácido clorhídrico para aumentar la fluidez de la barbotina.

Cómo se suele proceder:

La moloquita-200 (denominada comúnmente “harina”) es mezclada con sílice coloidal, generando así una pasta. Esta es la pasta denominada “barbotina”.

Dicha pasta se deja caer sobre el modelo, bien sea mediante pincel, o bien mediante el empleo de un recipiente, cubriendo todo el modelo.

Una vez aplicada la barbotina, se espolvorea un estuco de gradación fina.

Esta secuencia de aplicación de barbotina y de aplicación de estuco se repite de forma continuada hasta conseguir el grosor de molde deseado. Hasta unos siete de estos baños se puede llegar a dar.

En capas sucesivas, además de las combinaciones de maloquita, grafito, y

sílice coloidal, se emplea también arena de circón.

Una vez cubierto el modelo con los diferentes componentes enumerados, se deja secar el molde.

Una vez secado el molde, se procede a suprimir el modelo de cera del mismo, introduciendo ambos elementos en un horno. La elevada temperatura provocará la combustión de la cera y resto de componentes no-refractarios, emitiéndose los consiguientes humos. Dicha combustión debe llevarse a cabo de modo que se minimice al máximo la emisión de los mismos a la atmósfera de trabajo del local ocupado por personas.

Caso singular: para obtener el molde cuando se ha utilizado como modelo objetos o piezas que presenten un alto contenido propio de carbonato cálcico (por ejemplo, conchas de caracoles), una vez este modelo ha sido pintado con la goma laca, y posteriormente cubierto con la barbotina, se emplearía ácido clorhídrico (concentrado) para disolver la pieza original (es decir, el modelo es destruido).

Para obtener información más detallada, ir a: **ANEXO – I : Fundición a la cera: técnica de la cascarilla cerámica: listado no exhaustivo de entidades químicas susceptibles de estar presentes en el proceso: riesgos higiénicos genéricos, y medidas preventivas de aplicación.**

Existe también otra técnica, precedente histórico a la de la cascarilla cerámica, denominada “técnica del molde de chamota”.

- El material refractario para llevar a cabo dicha técnica es ladrillo triturado.
- Los aglutinantes son una mezcla de agua y escayola.

Fase 5.- Fusión y afino de los metales o de aleaciones.

En esta fase el metal en fase sólida debe pasar a fase líquida.

Participarían tanto el metal o las aleaciones a fundir, como algún aditivo fundente (como por ejemplo, el cuprofósforo). Para todo aditivo que se añada al proceso, se debería disponer de la correspondiente Hoja de Datos de Seguridad.

Los riesgos higiénicos más importantes de esta fase son:

- La parte de polvo de sílice (cuando se han empleado arenas de sílice) que pueda pasar a modo aerotransportado.

- Los humos metálicos, generados fundamentalmente por óxidos de los metales fundidos. También debe tenerse en cuenta que en algunas ocasiones se añaden metales o sustancias con el fin de mejorar la calidad de la fundición, lo que puede originar rápidamente concentraciones de polvo o de humos metálicos.

- Gases procedentes del proceso: CO, SO_2; NO_2; NO; SH_2 y CO_2.

También puede producirse:

- Emisión de radiación en longitud de onda infrarroja.

- Stress térmico, debido a las elevadas temperaturas producidas.

Esta tarea, al igual que se ha venido recomendando hasta ahora, se debe llevar a cabo siempre en un lugar bien ventilado.

Si se dispone de dispositivos de captación de humos, estos deben ser puestos en funcionamiento.

Se emplearía la mascarilla polivalente ABEKP3 (filtro mixto, capacidad de retención de amplio espectro), capaz de retener tanto a los humos metálicos, y al polvo de sílice, las emanaciones orgánicas producidas a lo largo del proceso. MUY IMPORTANTE: no existen filtros en el mercado capaces de retener simultáneamente emanaciones de formaldehído, de partículas, y de vapores orgánicos.

Protección de cuerpo frente a radiación IR: cubrir zonas de piel, es decir, no dejar zonas al descubierto. Esto se concretaría en el empleo de ropa de protección y guantes de protección. Deberían cumplir respectivamente con EN 531/A1:1998 , y con EN 420 y EN 427.

Protección del rostro y de los ojos vs radiación IR: emplear como mínimo pantalla facial que cumpla con EN 166-170, con visor frente a radiaciones IR Grado 5 (S).

Con relación al caso particular de la técnica de cascarilla cerámica (fundición a la cera perdida):

No existe diferencia significativa entre los riesgos higiénicos expuestos de manera genérica para la Fase 05 y la correspondiente fase de la técnica de cascarilla cerámica.

Para obtener información más detallada, ir a: **ANEXO – I : Fundición a la cera: técnica de la cascarilla cerámica: listado no exhaustivo de entidades químicas susceptibles de estar presentes en el proceso: riesgos higiénicos genéricos, y medidas preventivas de aplicación.**

Fase 6.- Colada del metal en el molde.

Una vez el metal se encuentra fundido, se procede a verterlo en el molde.

En esta etapa se produce una importante cantidad de humos y vapores, que no son otra cosa sino óxidos metálicos y emanaciones procedentes de sustancias de descomposición o de los aglomerantes empleados con las arenas del molde.

También puede producirse:

- Emisión de radiación en longitud de onda infrarroja.
- Stress térmico, debido a las elevadas temperaturas producidas.

Esta tarea, al igual que se ha venido recomendando hasta ahora, se debe llevar a cabo siempre en un lugar bien ventilado.

Si se dispone de dispositivos de captación de humos, estos deben ser puestos en funcionamiento.

Se emplearía la mascarilla polivalente ABEKP3 (filtro mixto, capacidad de retención de amplio espectro), capaz de retener tanto a los humos metálicos, y al polvo de sílice, las emanaciones orgánicas producidas a lo largo del proceso. MUY IMPORTANTE: no existen filtros en el mercado capaces de retener simultáneamente emanaciones de formaldehído, de partículas, y de vapores orgánicos.

Protección de cuerpo frente a radiación IR: cubrir zonas de piel, es decir, no dejar zonas al descubierto. Esto se concretaría en el empleo de ropa de protección y guantes de protección. Deberían cumplir respectivamente con EN 531/A1:1998 , y con EN 420 y EN 427.

Protección del rostro y de los ojos vs radiación IR: emplear como mínimo pantalla facial que cumpla con EN 166-170, con visor frente a radiaciones IR Grado 5 (S).

Con relación al caso particular de la técnica de cascarilla cerámica (fundición a la cera perdida):

No existe diferencia significativa entre los riesgos higiénicos expuestos de manera genérica para la Fase 06 y la correspondiente fase de la técnica de cascarilla cerámica.

Para obtener información más detallada, ir a: **ANEXO – I : Fundición a la cera: técnica de la cascarilla cerámica: listado no exhaustivo de entidades químicas susceptibles de estar presentes en el proceso: riesgos higiénicos genéricos, y medidas preventivas de aplicación.**

Fase 7.- Enfriamiento de la pieza metálica fundida.

Una vez ya vertido el metal en el molde, este se irá rápidamente solidificando.

Los riesgos higiénicos más importantes de esta fase son las mismas que en la fase 6, pero con una fuerte tendencia a disminuir las emanaciones de óxidos metálicos y de las emanaciones referidas.

La emisión de radiación infrarroja disminuirá asimismo (rápidamente) a medida que la pieza se enfría.

Esta tarea, al igual que se ha venido recomendando hasta ahora, se debe llevar a cabo siempre en un lugar bien ventilado.

Si se dispone de dispositivos de captación de humos, estos deben ser puestos en funcionamiento.

Se emplearía la mascarilla polivalente ABEKP3 (filtro mixto, capacidad de retención de amplio espectro), capaz de retener tanto a los humos metálicos, y al polvo de sílice, las emanaciones orgánicas producidas a lo largo del proceso. MUY IMPORTANTE: no existen filtros en el mercado capaces de retener simultáneamente emanaciones de formaldehído, de partículas, y de vapores orgánicos.

Protección de cuerpo frente a radiación IR: cubrir zonas de piel, es decir, no dejar zonas al descubierto. Esto se concretaría en el empleo de ropa de protección y guantes de protección. Deberían cumplir respectivamente con EN 531/A1:1998, y con EN 420 y EN 427.

Protección del rostro y de los ojos vs radiación IR: emplear como mínimo pantalla facial que cumpla con EN 166-170, con visor frente a radiaciones IR Grado 5 (S).

Con relación al caso particular de la técnica de cascarilla cerámica (fundición a la cera perdida):

No existe diferencia significativa entre los riesgos higiénicos expuestos de manera genérica para la Fase 07 y la correspondiente fase de la técnica de cascarilla cerámica.

Para obtener información más detallada, ir a: **ANEXO – I : Fundición a la cera: técnica de la cascarilla cerámica: listado no exhaustivo de entidades químicas susceptibles de estar presentes en el proceso: riesgos higiénicos genéricos, y medidas preventivas de aplicación.**

Fase 8.- Desmoldeo (vaciado).

El desmoldeo no consiste en otra cosa que sacar la pieza del molde, una vez el metal se ha enfriado a una temperatura por debajo de 200ºC.

Se tendrá en cuenta que la arena de fundición que ha estado conformando el molde, está ahora extremadamente reseca y quebradiza, por lo que es fácil que al golpear o mover el molde se puedan desprender finas partículas de sílice con capacidad para pasar al ambiente (atmósfera de trabajo).

También pueden quedar restos de componentes aglutinantes, que, aunque en mucho menos grado que en las fases 6 y 7, pueden seguir generando emanaciones, pues la temperatura aún es alta.

Así pues los principales riesgos higiénicos provendrán del polvo de sílice y de las emanaciones de compuestos orgánicos empleados como aglomerantes, etc.

Esta fase, al igual que se ha venido recomendando hasta ahora, se debe llevar a cabo en un lugar bien ventilado.

Si se dispone de dispositivos de captación de humos, estos deben ser puestos en funcionamiento.

Se emplearía la mascarilla polivalente ABEKP3 (filtro mixto, capacidad de retención de amplio espectro), capaz de retener tanto a los humos metálicos, y al polvo de sílice, las emanaciones orgánicas producidas a lo largo del proceso. MUY IMPORTANTE: no existen filtros en el mercado capaces de retener simultáneamente emanaciones de formaldehído, de partículas, y de vapores orgánicos.

Si se percibe polvo flotando en el ambiente, para proteger los ojos se debería emplear gafa de montura integral con campo de uso nº5.

Con relación al caso particular de la técnica de cascarilla cerámica (fundición a la cera perdida):

No existe diferencia significativa entre los riesgos higiénicos expuestos de manera genérica para la Fase 08 y la correspondiente fase de la técnica de cascarilla cerámica.

Para obtener información más detallada, ir a: **ANEXO – I : Fundición a la cera: técnica de la cascarilla cerámica: listado no exhaustivo de entidades químicas susceptibles de estar presentes en el proceso: riesgos higiénicos genéricos, y medidas preventivas de aplicación.**

Fase 9.- Acabado: corte de bebederos y mazarotas; desarenado; granallado; rebarbado (eliminación de material sobrante).

En esta etapa se finaliza el proceso.

Primero, se procede a limpiar bien el modelo obtenido para eliminar la arena de fundición que la recubra: en este proceso se puede producir polvo de sílice en suspensión.

Si se ha limpiado bien la pieza de restos de moldeo, la tarea de corte de bebederos y mazarotas no generaría riesgo higiénico alguno, a no ser que se realizase con una herramienta motorizada como una amoladora, en cuyo caso se produciría ruido como contaminante.

Para el rebarbado, si se emplean muelas o amoladoras, de nuevo el principal contaminante higiénico será el ruido.

En el caso de rebabas finas, y en un proceso adicional de acabado final de piezas puede emplearse técnicas adicionales como el chorreo con arena, o como el granallado.

Para las operaciones de chorreo con arena, está completamente contraindicado el empleo de arena silícea como material de proyección pues generaría un riesgo higiénico muy acentuado.

Idoneamente, el desarenado o limpieza se llevaría a cabo en una cabina o receptáculo cerrado, siendo el método de granallado el higiénicamente más limpio. Una vez finalizado el proceso habría que dejar la cabina cerrada unos minutos, con el fin de que toda partícula dispersada se asiente en el fondo de la cabina.

Si no se dispone de una cabina cerrada, y el proceso de limpieza va a llevarse a cabo “a mano”, empléense los dispositivos de captación localizada que haya disponibles, conjuntamente con una mascarilla P3 [partículas, alta eficiencia retentiva].

Si tampoco hay dispositivos de captación localizada, la opción más adecuada sería emplear una mascarilla P3 [partículas, alta eficiencia retentiva] al aire libre.

En todo caso, manténgase el local donde se llevan a cabo estas tareas bien ventilado.

Para prevenir la entrada de restos de arena o polvo en suspensión en los ojos, se debería emplear una gafa de montura integral con campo de uso nº5

Con relación al caso particular de la técnica de cascarilla cerámica (fundición a la cera perdida):

No existe diferencia significativa entre los riesgos higiénicos expuestos de

manera genérica para la Fase 05 y la correspondiente fase de la técnica de cascarilla cerámica.

Para obtener información más detallada, ir a: **ANEXO – I : Fundición a la cera: técnica de la cascarilla cerámica: listado no exhaustivo de entidades químicas susceptibles de estar presentes en el proceso: riesgos higiénicos genéricos, y medidas preventivas de aplicación.**

Fase 10: operaciones de limpieza del entorno de trabajo.

Una vez finalizadas las etapas 01 a 09 nos encontraremos con un entorno donde se ha producido un acúmulo de residuos, con diferentes propiedades toxicológicas (ninguna de ellas a minimizar), esto es:

- Tendremos presencia de materiales en forma de polvo, o finos, procedente de los óxidos metálicos producidos en la fundición, de partículas que se aerotransportaron en forma de humos y que se han decantado o depositado sobre diferentes superficies, tendremos restos de materiales arenosos o pulverulentos (polvo de sílice, de caolín, de escayola, de grafito, etc, etc) empleados a lo largo de diferentes partes del proceso. Todos estos materiales pueden pasar a la atmósfera del local si no son retirados del entorno. Por ello es necesario al finalizar las operaciones, realizar una limpieza. Para realizar esta labor de limpieza de materiales “finos”, se partiría de la base de que no debería haber más personas en el taller cuando se realizase.

  La persona que realice la limpieza portaría una mascara P3 [partículas, alta eficiencia retentiva] y unas gafas de montura integral con campo de uso nº5. Normalmente en un taller se emplea el barrido para retirar este tipo de residuos, pero es la técnica más dispersiva, por ello, tras finalizar el barrido se debe ventilar bien el local y dejar pasar al menos media hora (para que tanto la ventilación como la gravedad retiren de la atmósfera del local aquellos materiales que por la agitación se hayan aerotransportado) antes de permitir el paso de terceros al taller. Idealmente, y dada la naturaleza toxicológica de las sustancias pulverulentas, el método idóneo de retirada de las mismas sería la aspiración mediante aspiradores industriales con filtro HEPA (nota: este tipo de aspiradores se utilizan en limpiezas similares en locales donde se ha estado manipulando, por ejemplo, amianto, o residuos de plomo: el polvo o restos de arenas de sílice, por ejemplo, entrarían en la misma categoría de peligrosidad que éstos). Una vez recogidos, estos materiales se tratarán como residuo siguiendo las pautas del Área de Medio Ambiente de la UPV.

- Para manipular restos sin consumir, derrames, o residuos de aglomerantes o de cualquier otro compuesto químico que se hubiese empleado a lo largo de las diferentes fases constitutivas del proceso de fundición, se debe como mínimo seguir las pautas referidas en la Hoja de Datos de Seguridad de las sustancias empleadas.

Se emplearía la mascarilla polivalente ABEKP3 (filtro mixto, capacidad de retención de amplio espectro), capaz de retener tanto a los humos metálicos, y al polvo de sílice, las emanaciones orgánicas producidas a lo largo del proceso. MUY IMPORTANTE: no existen filtros en el mercado capaces de retener simultáneamente emanaciones de formaldehído, de partículas, y de vapores orgánicos. También se emplearían de guantes con resistencia química acorde a los residuos o materiales a manipular. También como norma general, para evitar salpicaduras se podrá emplear una pantalla facial; no obstante, si las sustancias químicas a recoger o retirar están desprendiendo emanaciones y poseen (según Hoja de Datos de Seguridad) cualidades irritantes o corrosivas, se debería emplear adicionalmente una gafas de montura integral con campo de uso nº5.

Con relación al caso particular de la técnica de cascarilla cerámica (fundición a la cera perdida):

No existe diferencia significativa entre los riesgos higiénicos expuestos de manera genérica para la Fase 10 y la correspondiente fase de la técnica de cascarilla cerámica.

Para obtener información más detallada, ir a: **ANEXO – I : Fundición a la cera: técnica de la cascarilla cerámica: listado no exhaustivo de entidades químicas susceptibles de estar presentes en el proceso: riesgos higiénicos genéricos, y medidas preventivas de aplicación.**

3. Medidas de prevención del riesgo higiénico: notas adicionales.

3.1 Actuaciones relacionadas con los materiales utilizados.

El principio preventivo por excelencia, el más útil y eficaz de todos, es la "sustitución de lo peligroso por aquello que entrañe poco o ningún peligro".

En el caso del proceso de fundición, las opciones más evidentes afectables por este principio serían las siguientes:

- Para la elaboración de moldes, se debería intentar NO utilizar arenas con alto contenido en sílice libre. Por ejemplo, las arenas de norita (norite) serían una opción.

- Evitar el uso de resinas a base de compuestos fenólicos, de poliuretano, y de isocianatos. En general, tratar de minimizar o suprimir procesos en los que se empleen compuestos orgánicos a modo de aglomerantes.

- Suprimir todos los compuestos clorados.

- Evitar el uso de aleaciones metálicas conteniendo níquel y/o plomo.
- Evitar todo compuesto interviniente en el proceso que contenga arsénico.

Muy Importante: dada la inexistencia de dispositivos de extracción localizada en las actuales dependencias del taller de fundición, y dada asimismo la inexistencia en el mercado de filtros para máscaras que puedan utilizarse para retener simultáneamente vapores orgánicos, formaldehído, y partículas en suspensión, no deberían emplearse sistemas aglomerantes basados en:

- Sistema de caja caliente, resinas furánicas.
- Sistema de caja caliente, resinas fenólicas.
- Sistema de "moldes de cáscara" (en el caso de que se empleasen resinas o aglomerantes químicos),
- Sistema basado en empleo de carbohidratos solubles en agua y compuestos fenólicos.
- Sistema sin cocción, basado en resinas fenólicas.
- Sistema sin cocción, basado en resinas furánicas.
- Sistema sin cocción, basado en componentes uretano-fenólicos (P.U.N.).

Nota: los sistemas referidos en los puntos anteriores lo han sido dado que presentan tendencia a generar formaldehído, entidad química calificada como "potencial sustancia cancerígena" por parte de las entidades. ACGIH; NIOSH; e INSHT.

3.2. Obtención y uso de información relacionada con consumibles que intervienen en el proceso.

El aspecto vinculado a la obtención de información de índole higiénica ya se ha comentado en varias ocasiones, a lo largo del punto dos (2) de este documento: "Riesgos higiénicos y medidas de prevención".

Todo producto (arenas de fundición, fundentes, aglomerantes, disolventes, etc, etc) que se adquiera para ser empleado en alguna de las fases mencionadas del proceso de fundición, debe disponer de su correspondiente Hoja de Datos de Seguridad (normalizada): es **vital** el hecho de disponer y consultar la información contenida en estas hojas para determinar qué riesgos puede generar el uso de determinados productos, y por lo tanto cuales van a ser los medios necesarios para prevenir una exposición no deseada.

Se debería consultar adicionalmente la siguiente Instrucción Operativa en la página web del Servicio de Prevención de la UPV:

"La Hoja de Datos de Seguridad (MSDS) de una sustancia química": http://www.sprl.upv.es/IOP_SQ_02(b).htm

También es conveniente consultar:

La compra de sustancias químicas y afines": http://www.sprl.upv.es/IOP_SQ_01.htm

3.3. Medidas de protección colectiva relacionados con extracción localizada o contención de contaminantes químicos aerotransportados.

Actualmente no hay disponible ninguno de estos sistemas en la zona de fundición, excepto una pequeña cabina cerrada para chorreo con arena de piezas.

La actual normativa española, concretamente los Reales Decretos 374/2001 y 665/97 ponen énfasis en emplear este tipo de sistemas (al margen de la sustitución de sustancias químicas por otras menos peligrosas, tema que ya se ha comentado) cuando la peligrosidad de las sustancias químicas empleadas sea relevante (recordemos: en el proceso se puede presentar una amplia gama de contaminantes químicos, dado lo flexible del proceso: desde partículas de sílice y compuestos orgánicos volátiles como el formaldehído, hasta óxidos metálicos, humos de combustión, etc).

Por ello, es conveniente que las tareas que impliquen la manipulación de arenas y de aglomerantes (y de otros compuestos pulverulentos) para la preparación de moldes, las de fusión del metal, y las de colada del metal se lleven a cabo con la mayor cantidad de ventilación posible, para lo cual se recomienda, en tanto se adopten medidas técnicas de extracción adicionales, abrir las puertas de acceso al exterior y conectar los extractores situados cerca de la cubierta de la edificación.

3.4. Medidas de índole organizativa.

- Limitación del acceso a las dependencias durante las operaciones de preparación de arenas de fundición, fundido del metal, y colada. Las tareas de limpieza del taller de fundición (retirada de restos de arena, "barrido" o técnicas de limpieza de suelo, etc), también deberán contar con esta restricción.

- Supervisión: las tareas de mayor riesgo higiénico se llevarán siempre a cabo contando con la presencia de personal al cargo del laboratorio, quien deberá velar por una aplicación rigurosa y sostenida de las medidas de prevención.

- *Reducción de la exposición:* Valorar la conveniencia de limitar el tiempo de exposición del personal que esté involucrado directamente en las tareas, evitando concentrar actividades en el tiempo: es decir, desde un punto de vista higiénico es más conveniente llevar a cabo las tareas críticas (críticas desde un punto de vista del riesgo higiénico) en varias jornadas que concentrar toda la actividad en una pocas o en una única jornada, en el peor de los casos: de este modo se logra que las concentraciones ambientales producidas seán menores, y se dispondrá de más tiempo para que éstas se diluyan. Esta medida se propone dada la inexistencia de dispositivos de captación localizada.

3.5. Algunas anotaciones acerca de los Equipos de Protección Individual (EPI's).

Dada la ausencia de instalaciones de protección colectiva, se pone énfasis igualmente, en un uso racional e intensivo de Equipos de Protección Individual destinados a prevenir la incorporación de contaminantes químicos aerotransportados por vía respiratoria al organismo de las personas participantes en las diferentes fases del proceso de fundición.

Es conveniente que el personal que vaya a realizar operaciones de fundición, sea cual sea la fase o fases en las que esté involucrado, conozca el contenido de las siguientes Instrucciones Operativas disponibles en la web del Servicio de Prevención de riesgos laborales de la UPV:

- IOP SQ 15 – La protección de los ojos durante la manipulación de sustancias químicas (EPI).
- IOP SQ 16 – La protección de la piel durante la manipulación de sustancias químicas (y los respectivos anexos a esta IOP)
- IOP SQ 18 – Protección INDIVIDUAL frente a inhalación de sustancias químicas.
- IOP SQ 19 – El inventariado de equipos de protección.

El conjunto de IOP referidas está accesible en el siguiente enlace:

http://www.sprl.upv.es/D7_2_b.htm#r9

Algunas anotaciones y comentarios acerca del uso de Equipos de Protección Individual para las cuestiones relacionadas con fundición:

I.- Es deseable el llevar un control (gestión) de los EPI utilizados por el personal de a cargo del laboratorio en estas operaciones: concretamente, verificación del estado de los mismos, período de tiempo que un equipo concreto viene siendo utilizado, entrega de nuevos equipos, retirada de los caducados, etc.

II.- Para la prevención del riesgo de exposición a sustancias pulverulentas, o partículas en suspensión, pueden habitualmente emplearse mascarillas con capacidad filtrante P2 (partículas) o P3 [partículas, alta eficiencia retentiva]. La diferencia entre estas dos capacidades filtrantes radica en que el P3 es más eficiente a la hora de retener partículas. Por ello, ante toda manipulación de sustancias pulverulentas con un potencial toxicológico muy importante (por ejemplo, las arenas de fundición que contienen sílice libre), o incluso algo menor, se recomienda emplear dicho factor de protección. Cuando se pretenda adquirir este tipo de mascarillas, estas deberán cumplir con la norma EN149 y EN 143.

III.- También con relación al uso de mascarillas para sustancias pulverulentas, fibrosas, y óxidos metálicos, de manera ideal se recomendaría que con cada nueva jornada de trabajo se utilice una mascarilla nueva, en perfecto estado, debido a la posible saturación de polvo. No obstante, sí que debe emplearse una nueva mascarilla cuando el usuario perciba un aumento relevante en la resistencia al respirar. Adicionalmente, siempre se debe seguir al pié de la letra las instrucciones y recomendaciones del fabricante de dicho equipo de protección individual.

IV.- El principal handicap de los filtros químicos en las mascarillas del estilo de las tipo ABEKP3 (filtro mixto, capacidad de retención de amplio espectro) propuestas es que, a menos que lo que se pretenda filtrar sean sustancias de baja peligrosidad y que olfativamente, a nivel perceptivo, en cuanto el filtro químico se agote podamos notar enseguida, portando la mascarilla, se deben emplear mascarillas nuevas con elevada frecuencia (en el caso que abordamos recordemos que existe un problema añadido relacionado con ausencia de medidas de extracción localizada diseñadas ex profeso para las instalaciones). Cuando, como en el caso que nos ocupa, además, puede haber sustancias con potencial carcinógeno o de importante toxicidad en la atmósfera donde el personal está trabajando, esta frecuente reposición de este tipo de mascarillas es recomendable hacerla, prácticamente a diario.

V.- Si el usuario de la máscara / mascarilla empezase a sentir mareo, o a percibir que cuesta respirar a través de la mascarilla, debe cesar su trabajo, y dirigirse a una zona de aire fresco. La máscara/mascarilla que estaba portando no deberá entonces ser empleada ya. Asimismo debería personarse en el Centro de Salud Laboral de la UPV para notificar dicha incidencia.

VI.- Como regla general, un equipo de protección individual respiratorio con medio filtrante, como una máscara o mascarilla en la que el portador hace pasar el aire con la fuerza de sus pulmones (es decir, que no es un sistema motorizado), no debería emplearse durante más de 2 horas al día, y debería hacerse asimismo un descanso de unos 30 minutos, de modo que: (una hora de trabajo) + (30 minutos de descanso) + (una hora de trabajo).

VII.- Si se pretende trabajar más de dos horas al día con una mascarilla con medio filtrante, se recomienda emplear un Equipo de Protección Individual motorizado. En total, en una jornada de trabajo, se recomienda que una persona no porte más de 4 horas al día un EPI de tipo respiratorio.

VIII.- Protección ocular: Durante el proceso de trabajo, a los largo de diferentes fases, debería emplearse protección ocular. El tipo de protección ocular sugerido para las actividades que precisen polvo sería “gafa de seguridad panorámica”, que debe cumplir con la norma EN 166, ser de “campo de uso 5”. El hecho de que este Equipo de Protección Individual sea de “campo de uso 5” es importante porque también será necesario usarlo cuando se está lijando, o manipulando sustancias pulverulentas de una manera dispersiva: este “campo de uso” impediría la entrada de finos y polvo al ojo.

Aparte de la citada “gafa de seguridad panorámica”, si se están empleando técnicas que impliquen utilización de productos químicos (como ácido concentrado, por ejemplo, o preparando diluciones de otras sustancias químicas), pueden producirse salpicaduras que impacten en la cara y en el peor de los casos en los ojos (es el accidente más frecuente), por lo que debería emplearse en estos casos una pantalla facial.

Con relación a la protección ocular frente a la radiación emitida por las fases de fundido del metal y de colada del mismo, ya se ha realizado la oportuna recomendación en el apartado correspondiente.

IX.- Protección de las manos: Debe emplearse protección para las manos cuando se esté manipulando cualquier material de origen químico, previa consulta de la información reflejada por la correspondiente Hoja de Datos de Seguridad. No solamente puede una sustancia química (por ejemplo: cemento, disolvente orgánicos, resinas, etc) pasar a nuestro organismo a través de la piel, sino que también podrían llegarse a producir dermatitis de contacto, sensibilizaciones, y quemaduras (dependiendo, claro está, de las propiedades de la sustancia).

X.- Protección auditiva: ante actividades de trabajo en las que se produzca ruido intenso (por ejemplo, como el que podría generarse al emplear maquinaria eléctrica para trabajar sobre la pieza), como serían las descritas en la penúltima fase del proceso, se debe emplear permanentemente protectores auditivos, preferiblemente tipo orejera (higiénicamente también son superiores en zonas de polvo a los tapones endoaurales), ajustables, que cumplan con norma EN 352-1. Cuando adquiera un equipo de protección individual de este tipo, solicite como característica adicional que su SNR no sea menor a 25dB, (a mayor nivel de SNR, mayor nivel de atenuación del ruido).

3.6. Medidas complementarias.

Señalización: Identificación de los riesgos y de las medidas preventivas recomendadas, según las prescripciones legales establecidas en el RD 485/1997 de Señalización en los Lugares de Trabajo. (Ver tabla 2).

TIPO DE RIESGO	PICTOGRAMA
Frente al riesgo higiénico de inhalación de contaminantes químicos (polvo, fases del proceso con emanaciones)	
Frente al riesgo higiénico de exposición a contaminantes químicos, vía ocular (polvo, emanaciones irritantes, salpicaduras)	
Frente al riesgo higiénico de exposición al contaminantes químicos, vía dérmica (sobre todo manipulación de entidades químicas: aglomerantes, disolventes, cemento, etc)	
Frente al riesgo higiénico de exposición al ruido (zona de manejo de herramientas motorizadas)	

Frente al calor y radiación IR **(fundición y colada)**	

Acceso restringido: Prohibición de acceso a la zona de fundición al personal no autorizado (control de acceso a los talleres) durante las tareas de manipulación de arenas de fundición, empleo de aglomerantes, fusión del metal, colada, y limpieza del taller.

Formación e información: Formación inicial, antes de empezar a trabajar con los materiales. A actualizar según pudiesen cambiar los procesos (variación de riesgos presentes) y de las medidas preventivas que sea necesario adoptar en el trabajo.

Mantenimiento preventivo: De las instalaciones de protección colectiva: dispositivos de extracción, sistemas de renovación general de aire, reposición de EPI's, etc…

Medidas de higiene básicas: Utilización de ropa de trabajo distinta y separada de la de calle, en sus respectivas taquillas individuales. Para ello, se dispondrá de aseos dotados de duchas para la limpieza de manos y cara al salir del taller de piedra e incluso para ducharse cuando sea necesario por la cantidad de polvo depositada en el cuerpo. Se prohibirá, en todo caso, comer, beber o fumar dentro del taller. Asimismo, se prohibirá la limpieza con pistolas de aire comprimido, únicamente se podrá limpiar la ropa o el cuerpo con métodos de aspiración.

Coordinación de actividades preventivas: Notificar por escrito al SIPRL-UPV la previsión de trabajos a desarrollar por una contrata (empresa externa) dentro del taller de fundición. El personal externo encargado de la limpieza de locales de fundición deberá conocer los riesgos y las medidas preventivas que debe adoptarse para no inhalar polvo. Especialmente importante es el tipo de método de limpieza a utilizar.

Vigilancia de la salud: Se implantarán los protolocos de vigilancia específica de la salud que sean preceptivos a tenor de los riesgos de inhalación descritos en el apartado 2 del presente documento.

ANEXO – I : Fundición a la cera: técnica de la cascarilla cerámica: listado no exhaustivo de entidades químicas susceptibles de estar presentes en el proceso: riesgos higiénicos genéricos, y medidas preventivas de aplicación.

Nota: la columna “Fase(s)” se corresponde con aquellas indicadas en el punto del documento: **2.- Fases de trabajo: riesgos higiénicos y medidas de prevención.**

Entidad Química	Fase(s)	Anotaciones
Maderas (en polvo)	01	La inhalación de polvo de madera es considerada como nociva. Atención especial al polvo o finos de maderas duras, pues presenta una elevada peligrosidad. Medidas preventivas: Minimizar el empleo de maderas duras; emplear sistemas de extracción localizada similares a los empleados en el Laboratorio de Madera. Emplear mascarilla para partículas P2 (partículas) o P3 [partículas, alta eficiencia retentiva]. Si se produjese adicionalmente una importante cantidad de polvo de madera en suspensión ambiental, se utilizará también gafas de montura integral con campo de uso Nº5.
Poliestireno	01	Inhalación de partículas de poliestireno caso de trabajar el material con herramienta motorizada. Humos irritantes caso de emplear técnicas térmicas de corte. Medidas preventivas: Realizar las tareas en locales con buena ventilación. De manera ideal se emplearían sistemas de extracción localizada. Emplear mascarilla para partículas P2 (partículas) o P3 [partículas, alta eficiencia retentiva]. Si se produjese adicionalmente una importante cantidad de polvo de poliestireno en suspensión ambiental, se utilizará también gafas de montura integral con campo de uso Nº5.
Escayola	01	Inhalación de polvo de escayola; irritante para las vías respiratorias, para los ojos, y para la piel. Medidas preventivas: No realizar técnicas que dispersen ambientalmente la escayola. Realizar las tareas en locales con buena ventilación. De manera ideal se emplearían sistemas de extracción localizada. Emplear mascarilla para partículas P2 (partículas) o P3 [partículas, alta eficiencia retentiva]. Si se produjese adicionalmente una importante cantidad de polvo de escayola en suspensión ambiental, se utilizará también gafas de montura integral con campo de uso Nº5.
Cera	01,02,03	A priori, su manipulación (si no está adulterada con otras sustancias) no presenta riesgos. No obstante,

		sus humos de combustión poseen capacidad irritativa. Medidas preventivas. Realizar cualquier operación de calentado o fundido de la cera en un local bien ventilado. Las operaciones de descere del molde llevarlas a cabo con extracción localizada, de modo que se minimice o anule la dispersión de humos de cera quemada por el local donde se lleva a cabo la tarea. El tipo de mascarilla indicado para los humos de cera es de tipo P2 (partículas) o P3 [partículas, alta eficiencia retentiva].
Goma - laca	01,02,03	Compuesto químico de base alcohólica. Sustancia fluida. Principales vías de exposición: • Inhalatoria: vapores orgánicos procedentes de los alcoholes utilizados como solventes (p.ej.: alcohol etílico, alcohol isopropílico). • Dérmica y ocular: el contacto con los ojos y la piel puede causar irritación y enrojecimiento. Medidas preventivas: Vía inhalatoria: utilizar en locales bien ventilados, con el fin de minimizar la concentración ambiental de vapores orgánicos. Si ello no es posible, emplear mascarilla ABEKP3 [filtro mixto, capacidad de retención de amplio espectro] (nota: los filtros para vapores orgánicos procedentes del alcohol etílico no suelen ser muy eficaces, por lo que es deseable aplicar siempre el principio de manipulación en locales bien ventilados y de mínima dispersión ambiental). Vía dérmica: manipular con guantes de caucho natural o LLDPE (Polietileno Lineal de Baja Densidad). Vía ocular: manipular con gafas vs. salpicaduras.
Colofonia	01,02,03	Compuesto orgánico, procedente de ácidos resínicos. Normalmente se presenta como una sustancia pulverulenta. Se trata de una sustancia química con capacidad sensibilizante. Principales vías de exposición: • Inhalatoria: partículas en suspensión. • Dérmica y ocular: Contacto con la piel o con los ojos. Medidas preventivas: Vía inhalatoria: utilizar en locales bien ventilados; idealmente emplear dispositivos de extracción localizada. En caso de que ello no sea posible, emplear mascarilla P2 (partículas) o P3. Vía dérmica: manipular con guantes, por ejemplo, de

		nitrilo, o de látex, o de caucho natural. Vía ocular: si al trabajar con la sustancia se está generando mucho polvo ambiental, emplear gafa de montura integral con Campo de Uso nº5.
Brea - alquitrán	01,02,03	Mezcla compleja de hidrocarburos aromáticos policíclicos. La IARC (International Agency for Research in Cancer) clasifica al alquitrán de hulla como sustancia cancerígena confirmada (cat 1), y a los residuos de la misma como probable cancerígeno (cat 2). Principales vías de exposición: • Inhalatoria: vapores orgánicos. • Dérmica y ocular: Contacto con la piel. Salpicaduras en los ojos. Medidas preventivas: En la medida de lo posible, es deseable suprimir o minimizar al máximo el empleo de estas sustancias en los procesos de trabajo. Vía inhalatoria: utilizar en locales muy bien ventilados; idealmente emplear dispositivos de extracción localizada. En caso de que ello no sea posible, emplear mascarilla ABEKP3 [filtro mixto, capacidad de retención de amplio espectro]. Vía dérmica: manipular con guantes, siendo el material más indicado el LLDPE (Polietileno Lineal de Baja Densidad). Vía ocular: gafas vs salpicadura.
Acetato de vinilo etileno	01,02,03	Compuesto orgánico, sólido, habitualmente en forma de polvo. Principales vías de exposición: • Inhalatoria: polvo en suspensión. • Dérmica y ocular: Contacto con la piel o con los ojos. Medidas preventivas: Vía inhalatoria: utilizar en locales bien ventilados; idealmente emplear dispositivos de extracción localizada. En caso de que ello no sea posible, emplear mascarilla P2 (partículas) o P3 [partículas, alta eficiencia retentiva]. Vía dérmica: manipular con guantes, por ejemplo, de nitrilo, o de látex, o de caucho natural. Vía ocular: si al trabajar con la sustancia se está generando mucho polvo ambiental, emplear gafa de montura integral con Campo de Uso nº5.

Trementina	01,02,03	Compuesto orgánico: mezcla de terpenos: monoterpenos, sesquiterpenos, productos de oxidación. Principales vías de exposición: Esta sustancia es nociva por inhalación, por ingestión, y en contacto por la piel, siendo las principales vías: • Inhalatoria: vapores (emanaciones) de trementina. Estos pasan fácilmente a la atmósfera de trabajo, a temperatura ambiente. • Dérmica y ocular: bien sea absorción de la sustancia a través de la piel, o a través de salpicaduras en los ojos. Medidas preventivas: Vía inhalatoria: utilizar en locales muy bien ventilados; idealmente emplear dispositivos de extracción localizada. En caso de que ello no sea posible, emplear mascarilla ABEKP3 [filtro mixto, capacidad de retención de amplio espectro]. Vía dérmica: manipular con guantes, siendo el material más indicado el neopreno. Vía ocular: gafas vs salpicadura.
Alcoholes (varios tipos)	01,02,03	Compuestos orgánicos, en fase líquida, cuyas emanaciones pasan fácilmente a temperatura ambiente a la atmósfera del local. Principales vías de exposición: Estas sustancias por lo general pueden ser nocivas y tóxicas por inhalación, por ingestión, y en contacto por la piel, siendo las principales vías: • Inhalatoria: vapores (emanaciones) de trementina. Estos pasan fácilmente a la atmósfera de trabajo, a temperatura ambiente. • Dérmica y ocular: bien sea absorción de la sustancia a través de la piel, o a través de salpicaduras en los ojos. Medidas preventivas: Vía inhalatoria: utilizar en locales bien ventilados; idealmente emplear dispositivos de extracción localizada. En caso de que ello no sea posible, emplear mascarilla ABEKP3 [filtro mixto, capacidad de retención de amplio espectro]. Vía dérmica: manipular con guantes, siendo el material más indicado el caucho natural o el LLDPE (Polietileno Lineal de Baja Densidad). Vía ocular: gafas vs salpicadura.
Acido clorhídrico	01,02,03	Sustancia química muy corrosiva, en fase líquida, con capacidad para producir quemaduras y destrucción de tejidos. Principales vías de exposición: • Inhalatoria: vapores (emanaciones). Estos pueden pasar a la atmósfera de trabajo, a temperatura

		ambiente. • Dérmica y ocular: por contacto. El daño ocular producido puede ser muy severo. Medidas preventivas: Vía inhalatoria: No calentar. Utilizar en locales bien ventilados; idealmente emplear dispositivos de extracción localizada. En caso de que ello no sea posible, emplear mascarilla ABEKP3 [filtro mixto, capacidad de retención de amplio espectro]. Vía dérmica: manipular con guantes, siendo el material más indicado el nitrilo. Emplear también pantalla facial para proteger la piel del rostro. Dependiendo de los volúmenes manejados, podría ser necesario también emplear un mandil resistente a productos químicos. Vía ocular: Emplear pantalla facial.
Moloquita	03,04,08,09, 10	Material refractario, en fase sólida, de tipo pulverulento. Está compuesto mayoritariamente por caolín (silicato de aluminio), y en muy inferior cuantía por cuarzo. El cuarzo es una entidad química de capacidad carcinogénica confirmada. Principales vías de exposición: • Inhalatoria: polvo en suspensión. Medidas preventivas: **Evitar al máximo las manipulaciones que redunden en dispersión ambiental de la sustancia. Minimizar o suprimir las granulometrías tipo "harinas" de esta sustancia.** Vía inhalatoria: utilizar en locales bien ventilados; se pone énfasis en el empleo de dispositivos de extracción localizada. Emplear complementariamente mascarilla P3 [partículas, alta eficiencia retentiva] o ABEKP3 [filtro mixto, capacidad de retención de amplio espectro]. Vía dérmica: manipular con guantes. Vía ocular: se puede emplear gafa de montura integral con campo de uso nº5.
Arena de sílice	**3,4**,5,6,7,**8, 9,10**	Material refractario, en fase sólida, de tipo pulverulento. Compuesto mayoritariamente (90% - 99%) por sílice cristalina. La sílice cristalina es una sustancia cancerígena confirmada. Principales vías de exposición: • Inhalatoria: polvo en suspensión. Medidas preventivas: **Evitar al máximo las manipulaciones que redunden en dispersión ambiental de la sustancia. Minimizar o suprimir las granulometrías tipo "harinas" de esta sustancia.** Vía inhalatoria: utilizar en locales bien ventilados: se pone énfasis en el empleo de dispositivos de extracción localizada. Emplear

		complementariamente mascarilla P3 [partículas, alta eficiencia retentiva] o ABEKP3 [filtro mixto, capacidad de retención de amplio espectro]. Vía dérmica: manipular con guantes. Vía ocular: se puede emplear gafa de montura integral con campo de uso nº5. Nota: las fases con mayor riesgo de exposición son las número: 3, 4, 8, 9, 10.
Silicato de circonio ("circón")	**3,4**,5,6,7,**8, 9,10**	Material refractario: $ZrSiO_4$, en fase sólida, de tipo pulverulento. Nocivo pulmonarmente. Principales vías de exposición: • Inhalatoria: polvo en suspensión. Medidas preventivas: **Evitar al máximo las manipulaciones que redunden en dispersión ambiental de la sustancia. Minimizar o suprimir las granulometrías tipo "harinas" de esta sustancia.** Vía inhalatoria: utilizar en locales bien ventilados: se pone énfasis en el empleo de dispositivos de extracción localizada. Emplear complementariamente mascarilla P3 [partículas, alta eficiencia retentiva] o ABEKP3 [filtro mixto, capacidad de retención de amplio espectro]. Vía dérmica: manipular con guantes. Vía ocular: se puede emplear gafa de montura integral con campo de uso nº5. Nota: las fases con mayor riesgo de exposición son las número: 3, 4, 8, 9, 10.
Arenas de olivinio ("olivinio")	**3,4**,5,6,7,**8, 9,10**	Material refractario: silicato de hierro y magnesio, con trazas de compuestos de níquel y de cromo (% en peso rondaría entre el 0,1% y el 0,4%). Sustancia en fase sólida, de tipo pulverulento. Nocivo pulmonarmente. Si bien la proporción de compuestos de níquel es muy baja, estos compuestos están categorizados como posibles cancerígenos y posibles sensibilizantes. Principales vías de exposición: • Inhalatoria: polvo en suspensión. Medidas preventivas: **Evitar al máximo las manipulaciones que redunden en dispersión ambiental de la sustancia. Minimizar o suprimir las granulometrías tipo "harinas" de esta sustancia.** Vía inhalatoria: utilizar en locales bien ventilados: se pone énfasis en el empleo de dispositivos de extracción localizada. Emplear complementariamente mascarilla P3 o ABEKP3 [filtro mixto, capacidad de retención de amplio espectro]. Vía dérmica: manipular con guantes. Vía ocular: se puede emplear gafa de montura integral con campo de uso nº5.

		Nota: las fases con mayor riesgo de exposición son las número: 3, 4, 8, 9, 10.
Silicatos de aluminio: caolín.	**3,4**,5,6,7,**8, 9,10**	Material refractario, básicamente un silicato de aluminio hidratado. Una proporción típica puede rondar entre un 60% - 70% de sílice, y alrededor de un 30% de alúmina. Sustancia en fase sólida, de tipo pulverulento. Nocivo pulmonarmente. Principales vías de exposición: • Inhalatoria: polvo en suspensión. Medidas preventivas: **Evitar al máximo las manipulaciones que redunden en dispersión ambiental de la sustancia. Minimizar o suprimir las granulometrías tipo "harinas" de esta sustancia.** Vía inhalatoria: utilizar en locales bien ventilados; se pone énfasis en el empleo de dispositivos de extracción localizada. Emplear complementariamente mascarilla P3 [partículas, alta eficiencia retentiva] o ABEKP3 [filtro mixto, capacidad de retención de amplio espectro]. Vía dérmica: manipular con guantes. Vía ocular: se puede emplear gafa de montura integral con campo de uso nº5. Nota: las fases con mayor riesgo de exposición son las número: 3, 4, 8, 9, 10.
Grafito (plumbago)	**3,4**,5,6,7,**8, 9,10**	Material refractario: su composición ronda, mayoritariamente el grafito (aprox 99%), siendo el cuarzo un componente presente en una proporción igual o inferior al 1%. Sustancia en fase sólida, de tipo pulverulento. Nocivo pulmonarmente. Principales vías de exposición: • Inhalatoria: polvo en suspensión. Medidas preventivas: **Evitar al máximo las manipulaciones que redunden en dispersión ambiental de la sustancia. Minimizar o suprimir las granulometrías tipo "harinas" de esta sustancia.** Vía inhalatoria: utilizar en locales bien ventilados; se pone énfasis en el empleo de dispositivos de extracción localizada. Emplear complementariamente mascarilla P3 [partículas, alta eficiencia retentiva] o ABEKP3 [filtro mixto, capacidad de retención de amplio espectro]. Vía dérmica: manipular con guantes. Vía ocular: se puede emplear gafa de montura integral con campo de uso nº5. Nota: las fases con mayor riesgo de exposición son las número: 3, 4, 8, 9, 10.
Talco	**3,4**,5,6,7,**8, 9,10**	Material refractario, cuya composición mayoritaria es el SiO_2 (aprox 50%). En menor proporción están presentes óxidos de aluminio, hierro calcio, titanio. Sustancia en fase sólida, de tipo pulverulento.

		Nocivo pulmonarmente. Principales vías de exposición: • Inhalatoria: polvo en suspensión. Medidas preventivas: **Evitar al máximo las manipulaciones que redunden en dispersión ambiental de la sustancia. Minimizar o suprimir las granulometrías tipo "harinas" de esta sustancia.** Vía inhalatoria: utilizar en locales bien ventilados; se pone énfasis en el empleo de dispositivos de extracción localizada. Emplear complementariamente mascarilla P3 [partículas, alta eficiencia retentiva] o ABEKP3 [filtro mixto, capacidad de retención de amplio espectro]. Vía dérmica: manipular con guantes. Vía ocular: se puede emplear gafa de montura integral con campo de uso nº5. Nota: las fases con mayor riesgo de exposición son las número: 3, 4, 8, 9, 10.
Sílice coloidal.	3,4,5,6,7	Sustancia empleada como aglutinante. La composición en sílice amorfo suele rondar entre el 40% y el 70%. Se trata de una sustancia química en forma de fluido. En forma de fluido, el nivel de riesgo para la salud humana es bajo. Principal vía de exposición: no hay una vía de exposición relevante si el material está en forma de fluido (coloidal) Medidas preventivas: Vía inhalatoria: evitar la dispersión ambiental en forma de aerosoles o nieblas (es extremadamente raro que esto se produzca si se manipula correctamente). Caso contrario emplear mascarilla P3 [partículas, alta eficiencia retentiva] o ABEKP3 [filtro mixto, capacidad de retención de amplio espectro]. Vía dérmica: emplear guantes de nitrilo, látex. Vía ocular: emplear gafas contra salpicadura.
Etil silicato	3,4,5,6,7	Empleado como aglutinante: líquido incoloro, de olor similar al alcohol. Posee capacidad irritativa. Principal vía de exposición: la dérmica y la ocular. La vía inhalatoria es poco relevante dado que se trata de un fluido. Medidas preventivas: Vía inhalatoria: manipular en un lugar bien ventilado; evitar la dispersión ambiental en forma de aerosoles o nieblas (es extremadamente raro que esto se produzca si se manipula correctamente). Caso contrario emplear mascarilla P3 [partículas, alta eficiencia retentiva] o ABEKP3 [filtro mixto, capacidad de retención de amplio espectro].

		Vía dérmica: emplear guantes de caucho. Vía ocular: emplear pantalla facial.
Silicato sódico	3,4,5,6,7	Aglutinante. Sal de sodio al ácido silícico. Se trata de un fluido. Se suele presentar en forma de solución acuosa incolora al 25% - 50%. Posee capacidad irritativa. Principal vía de exposición: la dérmica y la ocular. Medidas preventivas: Vía inhalatoria: manipular en un lugar bien ventilado; evitar la dispersión ambiental en forma de aerosoles o nieblas (es extremadamente raro que esto se produzca si se manipula correctamente). Caso contrario emplear mascarilla P3 [partículas, alta eficiencia retentiva] o ABEKP3 [filtro mixto, capacidad de retención de amplio espectro]. Vía dérmica: emplear guantes de caucho. Vía ocular: emplear pantalla facial.
Acido fosfórico	3,4,5,6,7	Puede participar en combinación con otros aglutinantes. Líquido incoloro e inodoro. Gran capacidad corrosiva e irritativa. Puede producir quemaduras en la piel y lesiones oculares graves. A temperatura ambiente sus emanaciones son despreciables, a no ser que el proceso de trabajo se lleve a cabo de tal modo que se produzcan aerosoles y nieblas. Principal vía de exposición: dérmica y ocular. Medidas preventivas: Vía inhalatoria: No calentar. Utilizar en locales bien ventilados; idealmente emplear dispositivos de extracción localizada. En caso de que ello no sea posible, emplear mascarilla ABEKP3 [filtro mixto, capacidad de retención de amplio espectro]. Vía dérmica: manipular con guantes, siendo el material más indicado el nitrilo. Emplear también pantalla facial para proteger la piel del rostro. Dependiendo de los volúmenes manejados, podría ser necesario también emplear un mandil resistente a productos químicos. Vía ocular: Emplear pantalla facial.
Aglutinantes orgánicos tipo “resina”	3,4,5,6,7	Ver en el documento: “Fase 03” y el apartado “3. Medidas de prevención del riesgo higiénico”.
Sulfonato de sodio alkyl-aryl	3,4,5,6,7	Agente humectante. Sales de sodio de ácidos sulfónicos. En fase líquida. Elevado poder irritativo del tracto respiratorio y para la piel. En contacto con el ojo puede causar daños oculares graves. A temperatura ambiente sus emanaciones son despreciables, a no ser que el proceso de trabajo se lleve a cabo de tal modo que se produzcan aerosoles y nieblas. Principal vía de exposición: dérmica y ocular.

		Medidas preventivas: Vía inhalatoria: No calentar. Utilizar en locales bien ventilados; idealmente emplear dispositivos de extracción localizada. En caso de que ello no sea posible, emplear mascarilla ABEKP3 [filtro mixto, capacidad de retención de amplio espectro]. Vía dérmica: manipular con guantes, siendo el material más indicado el nitrilo o el neopreno. Emplear también pantalla facial para proteger la piel del rostro. Dependiendo de los volúmenes manejados, podría ser necesario también emplear un mandil resistente a productos químicos. Vía ocular: Emplear pantalla facial.
Sulfato de sodio alkyl	3,4,5,6,7	Agente humectante. En fase líquida. Olor débil. Elevado poder irritativo del tracto respiratorio y para la piel. En contacto con el ojo puede causar daños oculares graves. A temperatura ambiente sus emanaciones son despreciables, a no ser que el proceso de trabajo se lleve a cabo de tal modo que se produzcan aerosoles y nieblas. Principal vía de exposición: dérmica y ocular. Medidas preventivas: Vía inhalatoria: No calentar. Utilizar en locales bien ventilados; idealmente emplear dispositivos de extracción localizada. En caso de que ello no sea posible, emplear mascarilla ABEKP3 [filtro mixto, capacidad de retención de amplio espectro]. Vía dérmica: manipular con guantes, siendo el material más indicado el nitrilo o el neopreno. Emplear también pantalla facial para proteger la piel del rostro. Dependiendo de los volúmenes manejados, podría ser necesario también emplear un mandil resistente a productos químicos. Vía ocular: Emplear pantalla facial.
Polietoxytanol Octilfenoxy (etoxietanol)	3,4,5,6,7	Agente humectante. En fase líquida. Color amarillo claro. Elevado poder irritativo del tracto respiratorio y para la piel. En contacto con el ojo puede causar daños oculares graves. A temperatura ambiente sus emanaciones son despreciables, a no ser que el proceso de trabajo se lleve a cabo de tal modo que se produzcan aerosoles y nieblas. Principal vía de exposición: dérmica y ocular. Medidas preventivas: Vía inhalatoria: No calentar. Utilizar en locales bien ventilados; idealmente emplear dispositivos de extracción localizada. En caso de que ello no sea posible, emplear mascarilla ABEKP3 [filtro mixto, capacidad de retención de amplio espectro]. Vía dérmica: manipular con guantes, siendo el material más indicado el nitrilo o el neopreno. Emplear también pantalla facial para proteger la piel del rostro. Dependiendo de los volúmenes

		manejados, podría ser necesario también emplear un mandil resistente a productos químicos. Vía ocular: Emplear pantalla facial.
Emulsiones ácidas de acetato polivinílico	3,4,5,6,7	Agente conformador orgánico. En fase líquida. Elevado poder irritativo del tracto respiratorio y para la piel. En contacto con el ojo puede causar daños oculares graves. A temperatura ambiente sus emanaciones son despreciables, a no ser que el proceso de trabajo se lleve a cabo de tal modo que se produzcan aerosoles y nieblas. Principal vía de exposición: dérmica y ocular. Medidas preventivas: Vía inhalatoria: No calentar. Utilizar en locales bien ventilados; idealmente emplear dispositivos de extracción localizada. En caso de que ello no sea posible, emplear mascarilla ABEKP3 [filtro mixto, capacidad de retención de amplio espectro]. Vía dérmica: manipular con guantes, siendo el material más indicado el nitrilo o el neopreno. Emplear también pantalla facial para proteger la piel del rostro. Dependiendo de los volúmenes manejados, podría ser necesario también emplear un mandil resistente a productos químicos. Vía ocular: Emplear pantalla facial.
Acetato polivinílico	3,4,5,6,7	Agente conformador orgánico. Sustancia en fase sólida, de tipo pulverulento. Principales vías de exposición: • Inhalatoria: polvo en suspensión. • Dérmica y ocular: Contacto con la piel o con los ojos. Medidas preventivas: Vía inhalatoria: utilizar en locales bien ventilados; idealmente emplear dispositivos de extracción localizada. En caso de que ello no sea posible, emplear mascarilla P2 (partículas) o P3 [partículas, alta eficiencia retentiva]. Vía dérmica: manipular con guantes, por ejemplo, de nitrilo, o de látex, o de PVC. Vía ocular: si al trabajar con la sustancia se está generando mucho polvo ambiental, emplear gafa de montura integral con Campo de Uso nº5.
Alcohol polivinílico	3,4,5,6,7	Agente conformador orgánico. Líquido (emulsión). Desprende vapores orgánicos a temperatura ambiente con facilidad. Es una sustancia clasificada como tóxica. Principales vías de exposición: • Inhalatoria: polvo en suspensión. • Dérmica y ocular: Contacto con la piel o con los ojos.

		Medidas preventivas: Vía inhalatoria: No calentar. Utilizar en locales bien ventilados; idealmente emplear dispositivos de extracción localizada. En caso de que ello no sea posible, emplear mascarilla ABEKP3 [filtro mixto, capacidad de retención de amplio espectro]. Vía dérmica: manipular con guantes, siendo el material más indicado el nitrilo o el neopreno. Emplear también pantalla facial para proteger la piel del rostro. Dependiendo de los volúmenes manejados, podría ser necesario también emplear un mandil resistente a productos químicos. Vía ocular: Emplear pantalla facial.
OXIDOS METALICOS	05,06,07,10	Los óxidos metálicos se producen principalmente durante el proceso de fundido del metal. Posteriormente, por acción de la gravedad, se depositarán en el suelo u otras superficies, pudiendo volverse a desplazar a la atmósfera de trabajo del local principalmente durante tareas de barrido (limpieza) del taller, y en significativa menor proporción ante tareas de desplazamiento de materiales. Los óxidos metálicos poseen propiedades tóxicas. La principal vía de exposición es la inhalatoria. Medidas preventivas: Vía inhalatoria: Los locales donde se generen estos óxidos deben estar bien ventilados; idealmente emplear dispositivos de extracción localizada. En caso de que ello no sea posible, emplear mascarilla ABEKP3 [filtro mixto, capacidad de retención de amplio espectro] durante el proceso de fusión y colada. Durante el proceso de barrido y limpieza, puede emplearse la mascarilla ABEKP3 [filtro mixto, capacidad de retención de amplio espectro] o una simple P2 (partículas) o P3 [partículas, alta eficiencia retentiva].
HUMOS DE COMBUSTIÓN	04,05,06, 07	Estos pueden ser procedentes del vaciado del molde de cera, o bien procedentes del proceso de fusión y colada, en la que algunas de las sustancias químicas que han intervenido a lo largo del proceso se quemen o descompongan por la acción térmica. Dependiendo de las sustancias intervinientes en el proceso, se podrá atribuir a dichos humos de combustión propiedades irritantes, nocivas, e incluso tóxicas. La principal vía de exposición es la inhalatoria. Medidas preventivas: Vía inhalatoria: Los locales donde se generen estos humos deben estar bien ventilados; idealmente

		emplear dispositivos de extracción localizada (preferiblemente lo más cerrados posible). Emplear mascarilla ABEKP3 [filtro mixto, capacidad de retención de amplio espectro] durante el proceso de fusión y colada.