

3 42. Fabricación de cal, cemento y yeso

CIU COMPRENDIDOS

CIU r 2	CIU r 3	DESCRIPCIÓN
369217	269422	Fabricación de cal.
369225	269410	Fabricación de cemento.
369233	269421	Fabricación de yeso.

RESUMEN

Puesto de trabajo / Profesión asociada	Agentes de riesgo más probables*			
	90001	90008	40049	40159
Perforista / Peón de cateo				X
Barrenador / Uso de explosivos	X			X
Operador de martillo neumático	X	X		X
Conductor de vehículos pesados; gruista	X	X		
Operario de cantera	X			X
Operario de planta productiva	X			X
Controlador de horno de clinkerización	X			
Envasado / Ensacado			X	
Mantenimiento	X			

*Se trata de una aproximación razonable, pero el profesional evaluador debe contemplar las condiciones reales de exposición.

3 42. Fabricación de cal, cemento y yeso

Puesto de trabajo / Profesión asociada	Agentes de riesgo clasificados como Cancerígenos
	40153
Perforista / peón de cateo	X
Barrenador / uso de explosivos	X
Operador de martillo neumático	X
Operario de cantera	X
Operario de planta productiva	X
Controlador de horno de clinkerización	X
Mantenimiento	X

Referencias

40049	Cemento
40153	Sílice
40159	Sustancia sensibilizantes del pulmón
90001	Ruido
90008	Vibraciones de cuerpo entero

DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES Y PROCESOS

Si bien se mencionan los procesos previos a la fabricación, la extracción de cemento, cal y yeso se corresponde con el CIU r 2 290149 - extracción de piedra caliza (cal, cemento, yeso, etc.).

Fabricación de cal

Es común asociar la fabricación de la cal a las industrias extractivas porque la planta de fabricación suele ser parte de la misma cantera o ser el mismo empresario quien prefiere llevar adelante ambas explotaciones en forma conjunta.

El carbonato de calcio es el compuesto de calcio más abundante en la naturaleza. Se lo encuentra en varios minerales y también en las llamadas piedras calizas.

Las explotaciones de calizas son generalmente canteras a cielo abierto que pueden aprovecharse con o sin explosivos. Una vez extraído el material de la cantera se tritura y preselecciona antes de su ingreso a la planta. Una vez ingresada es transportada por cintas y zarandas para hacer una nueva selección con el “chancador”. La caliza triturada se envía a un horno vertical

3 42. Fabricación de cal, cemento y yeso

(llamado calera) donde se calcina. De esta manera el carbonato de calcio se transforma en óxido de calcio. El producto obtenido es la cal; se almacena en silos y se extrae posteriormente por medio de equipos vibratorios para su envasado y expedición al cliente. La bolsa tradicional es de 25 Kgs, pero también se entrega en bolsones de 1000 kgs o a granel.

Una cal es grasa cuando solamente endurece en contacto con el aire. La cal es hidráulica cuando no sólo endurece al aire, sino que es capaz de hacerlo estando bajo el agua.

La cal es uno de los productos más versátiles por su empleo en distintos sectores, así no solo se usa en la construcción para la preparación de morteros, sino también fundamentalmente en la siderurgia, que es su mayor utilizador, metalurgia no férrea e industrias químicas, pero también para el tratamiento de aguas y suelos (neutralización de suelos ácidos), fertilizantes, vidrios, etc.

Fabricación de cemento

Hay dos tipos básicos de cemento: el de origen arcilloso y el puzolánico. En cualquier caso la materia prima para su obtención se encuentra en minas y canteras con piedras conteniendo una mezcla de silicatos y aluminatos de calcio: calizas (carbonato de calcio entre el 75-100%), arcillas (sílice combinada con alúmina y otros componentes como óxido de hierro, sodio y potasio), arena y yeso. Dependerá de la dureza del material a extraer el sistema de extracción a utilizar, pero es frecuente tener que hacer el destape para dejar la piedra caliza al descubierto, y utilizar barrenos y explosivos para lograr frentes de explotación, (paredes de unos 20 metros de altura).

El proceso de fabricación del cemento comprende cuatro etapas principales:

1. Extracción y molienda de la materia prima: el material es transportado por volquetes hasta las primeras trituradoras (molinos de crudo) o recibido directamente por trituradores móviles.
2. Homogeneización: la materia prima debe ser homogeneizada y esto puede hacerse por vía húmeda o vía seca, dependiendo de si se usan corrientes de aire o agua para mezclar los materiales.
3. Producción del Clinker: En el proceso húmedo la mezcla de materia prima es bombeada a balsas de homogeneización y de allí hasta los hornos en donde se produce el clinker a temperaturas superiores a los 1500 °C. En el proceso seco, la materia prima es homogeneizada en patios de materia prima con el uso de maquinarias especiales.
4. Molienda de cemento. El clinker obtenido, independientemente del proceso utilizado en la etapa de homogeneización, es luego molido con pequeñas cantidades de yeso para finalmente obtener cemento.

El cemento debe ser almacenado en silos secos, protegidos de la intemperie y de la entrada de agua.

Nota 1: En ingeniería civil se denomina cemento a un aglutinante o conglomerante hidráulico que, mezclado con agregados pétreos (piedra y arena) y agua, crea una mezcla uniforme, manejable y plástica capaz de fraguar y endurecer al reaccionar con el agua y adquiriendo por ello consistencia pétreo, pasando a llamarse hormigón o concreto.

Nota 2: La norma IRAN 50.000 define al cemento de la siguiente forma: "Conglomerante hidráulico obtenido como producto de una fábrica de cemento, que contiene al clinker portland como constituyente necesario. Es un material inorgánico finamente dividido que, amasado con agua, forma una pasta que fragua y endurece en virtud de reacciones y procesos de hidratación y que, una vez endurecido, conserva su resistencia y estabilidad incluso bajo el agua."

Y en cuanto al clinker de cemento, dice: "Producto que se obtiene como cocción hasta fusión parcial (clinkerización) de mezclas íntimas, denominadas crudos, preparadas artificialmente y convenientemente dosificadas a partir de materias calizas y arcillas, con la inclusión de otros materiales que, sin aportar elementos extraños a los de composición normal del cemento, facilitan la dosificación de los crudos deseada en cada caso".

Nota 3: Las materias primas para la producción del Portland son minerales que contienen: óxido de calcio (44%), óxido de silicio (14,5%), óxido de aluminio (3,5%), óxido de (3%), óxido de manganeso (1,6%).

La mezcla se calienta en un horno del tipo cilíndrico (denominado kiln) que con una ligera inclinación respecto de la horizontal va girando lentamente. La temperatura es creciente en su largo, hasta alcanzar los 1400 °C, buscando la combinación pero no la fundición ni la vitrificación. Dentro del horno se dan las siguientes etapas: secado, calcinación, clinkerización y enfriamiento.

Para mejorar sus características se le agrega un 2% de yeso (permite que fragüe 45 minutos antes) y luego es finamente molido.

El cemento obtenido tiene una composición del tipo: 64% óxido de calcio, 21% óxido de silicio, 5,5% óxido de aluminio, 4,5% óxido de hierro, 2,4% óxido de magnesio, 1,6% sulfatos, 1% otros materiales, entre los cuales principalmente agua.

3 42. Fabricación de cal, cemento y yeso

Fabricación de yeso

El yeso natural se extrae de minas al aire libre o subterráneas, sea por medio de perforadoras especiales o con explosivos. La piedra puede alcanzar el medio metro de diámetro, por lo que se busca reducir sensiblemente ese tamaño por medio de trituración antes de ingresar a la planta productiva. En la planta son almacenadas y luego separadas por tamaño (cribado). Luego son calcinadas en un horno a temperaturas de 120 a 400 °C, obteniendo por deshidratación el sulfato de calcio hemihidratado

Hay varios procesos de calcinación que pueden significar variantes en esta etapa como la aplicación de vapor o someterlo a presión (yesos alfa y beta).

Lógicamente que para llegar al yeso como lo conocemos existe una etapa de molienda y posterior mezclado de aditivos según las características finales buscadas en función de su uso y destino. Luego es embolsado o entregado a granel.

Profesiones, actividades o sectores asociados

- Perforista
- Conductor de vehículos pesados
- Operario de cantera
- Operario de planta productiva
- Controlador de horno de clinquerización o calcinación.
- Mantenimiento

En la fabricación del cemento Pórtland, los sectores productivos principales son:

- Cantera / Extracción / Carga
- Molienda de crudo (trituración primaria)
- Prehomoginización
- Clinker (secado, calcinación y enfriamiento)
- Molienda de cemento
- Almacenamiento de cemento
- Producto final

RIESGOS HIGIÉNICOS

Riesgos químicos

Durante el proceso de extracción de estos materiales el personal se encuentra expuesto a material particulado el cual se encuentra en suspensión en el medio ambiente, producto de la operación de perforación, trituración y uso de explosivos. La composición de ese material particulado es variable dependiendo del tipo de mineral que se está extrayendo. Como hemos explicado en capítulos anteriores, independientemente de la composición del material, ingresará por las vías respiratorias y dependiendo de su tamaño alcanzará distintas partes de la misma depositándose y pudiendo producir distintas afecciones sobre el pulmón (40159) o a lo largo de las vías respiratorias (40160).

Por otro lado existe un factor sumamente importante en la composición de ese material particulado, que es la presencia de sílice cristalino (40153) como parte de la composición. Esta sustancia se encuentra en forma natural durante la extracción y en forma posterior pasada la calcinación, en el caso de la fabricación del cemento. El sílice cristalino es una sustancia cancerígena comprendida y clasificada como tal dentro de la legislación Argentina por la Resolución 310/03, la cual provoca cáncer de pulmón. Por otra parte provoca una enfermedad llamada Silicosis, la cual es una enfermedad progresiva pulmonar de carácter

3 42. Fabricación de cal, cemento y yeso

invalidante, caracterizada por el depósito de esta sustancia en el pulmón con la producción de fibrosis pulmonar.

En la elaboración de cementos es necesario tomar en cuenta que parte del material particulado que se desprende en el proceso de vertido de materias primas corresponde a óxido de aluminio y óxido de hierro (40137). La exposición a estas sustancias provoca una enfermedad pulmonar denominada siderosis, la cual genera con el tiempo una disminución de la capacidad ventilatoria pulmonar.

La exposición al cemento (40049) como producto terminado, se da principalmente en los sectores de envasado. El contacto con la piel puede provocar dermatitis irritativas.

Riesgos físicos y ergonómicos

- Ruido (90001)

Presente en casi todas las operaciones por la magnitud del material movido y el tipo de transporte utilizado. En las canteras o yacimientos, la utilización de perforadoras neumáticas para seguir fisuras o filones, la utilización de explosivos, el movimiento de camiones y otros vehículos pesados, la molienda, generan niveles sonoros elevados con combinación de ruidos continuos y de impacto.

En la fábrica, los ruidos no descienden su nivel a lo largo de todo el proceso, sea para el yeso, la cal o el cemento. La similitud de operaciones se refleja en los riesgos compartidos. La molienda al ingresar o al salir de la etapa de clínquerización - en el caso de cemento Pórtland - se realiza con molinos a bolas, a rodillos o verticales.

- Vibraciones de cuerpo entero (90008)

Que se dan en los conductores de maquinaria pesada (camiones, grúas de recolección, topadoras, retroexcavadoras, etc.) como en las zonas de zarandeo. También deben evaluarse los trabajadores que utilizan los martillos neumáticos y otras herramientas para el corte de las piedras.

- Posiciones forzadas y gestos repetitivos (80004)

Estas industrias extractivas tienen alta concentración de mano de obra en las canteras, embolsadoras y para mantenimiento, pero en el resto de los sectores - sobre todo para el cemento - la automatización es importante. Precisamente, cuando el embolsado no es automático, debe prestarse atención a este agente.

- Estrés térmico (80001)

Puede ocurrir en la zona de calcinación y de hornos en general, cuando los operarios de control deben mantenerse cerca del proceso, sin habitáculos acondicionados.

EXÁMENES MÉDICOS OCUPACIONALES

En este tipo de industria se deberá hacer hincapié en las lesiones dermatológicas y los síntomas respiratorios.

- Examen clínico con orientación dermatológica.
- Espirometría en los trabajadores expuestos a polvos.
- Audiometría en los trabajadores expuestos a ruido.

RECOMENDACIONES PREVENTIVAS DE HIGIENE LABORAL

Específicas

- Realizar medición representativa y bajo norma de material particulado total y respirable en puestos de trabajo. Identificar porcentaje de sílice cristalino. En función de los valores obtenidos analizar la exposición del personal en base a los criterios de exposición de la legislación vigente (2).
- Realizar medición de ruidos en bandas de octava que sea representativa y con protocolos bajo norma. Comparar los valores obtenidos con los dispuestos por la legislación vigente (3) y analizar la exposición del personal. En función de los valores obtenidos en la medición de ruidos y los valores de la legislación vigente (3) determinar el tipo de protección auditiva a utilizar.
- Realizar estudio de carga térmica en aquellos puestos donde se infiera que las condiciones de humedad y temperatura pueden variar de los límites dispuestos por la legislación vigente (2).
- Realizar estudio de vibraciones en los puestos donde se infiera la exposición del personal a este agente. En función de los resultados obtenidos analizar la exposición del personal tomando en cuenta los valores dispuestos por la legislación vigente (2).
- Realizar estudio ergonómico integral de los puestos de trabajo, donde se detecten posiciones forzadas y gestos repetitivos en extremidades superiores/inferiores.

Generales

- La ventilación en los puestos de trabajo debe ser forzada mecánicamente.
- Realizar cálculo de ventilación (renovaciones de aire) y comparar los valores obtenidos, con los solicitados por la legislación vigente (3)
- Prohibir beber, comer y fumar en los puestos de trabajo.
- Colocar los bebederos en zonas donde se asegure la no contaminación ambiental con las sustancias presentes en el ambiente de trabajo.
- Contar con cocina/comedor separadas físicamente del ambiente de trabajo y con una circulación de aire tal que asegure la no contaminación del ambiente con las sustancias presentes en el ambiente laboral.
- Solicitar al fabricante de las sustancias químicas utilizadas, las hojas de seguridad de todos los productos utilizados, las cuales deberán ser confeccionadas bajo normas internacionales y redactadas en castellano.

2. En la República Argentina, la Resolución 295/03

3. En la República Argentina, el Decreto 351/79

Fuente:

1. Manual de Salud y Seguridad Ocupacional, OIT.
2. Cómputos y presupuestos: Manual para la construcción de edificios. Mario Chandías. Editorial Alsina. 1986. Argentina.
3. Asociación de fabricantes de cemento Pórtland de la Argentina: www.afcp.org.ar

3 42. Fabricación de cal, cemento y yeso

- Los envases de productos químicos, deben contar con rotulación de seguridad que indiquen los riesgos en su manipulación.
- Prohibir el relleno de envases de productos químicos utilizados así como cualquier otro uso que no fuese el de contener la sustancia original. Los envases deben ser inutilizados y dispuestos como residuos una vez utilizado su contenido.
- Confeccionar listado de puestos de trabajo, productos químicos a utilizar en cada puesto y los EPP necesarios para la tarea.

Fuente:

4. Revista Cemento Año I, N° 2. Argentina.
5. Norma IRAM 50.000. República Argentina.
6. Cementera Loma Negra: www.lomanegra.com.ar
7. Cementera Avellaneda: www.cementoavellaneda.com.ar
8. Cemex Venezuela: www.cemexvenezuela.com