

- Relación de los hormigones y aditivos con el medio ambiente:

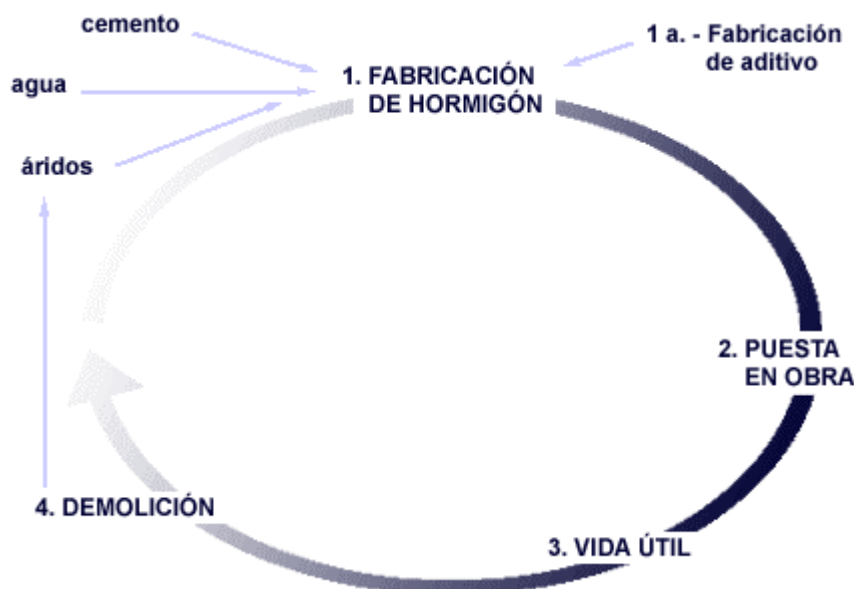
El desarrollo de la gestión medioambiental conduce a la reflexión sobre la gestión de residuos, el ciclo de vida de los materiales y su posible capacidad de contaminación. El hormigón y los aditivos, como uno de sus componentes, no se escapan a la regla. La industria del hormigón es respetuosa con las leyes medioambientales y ha iniciado un proceso en el que muchas empresas ya se han planteado las certificaciones en este sentido, resultando de suma importancia para todos conocer estos ciclos de vida, el impacto medioambiental en cada uno de sus puntos y la manera de eliminarlo, buscando el menor costo o incluso un cierto beneficio en su gestión.

La primera consideración a hacer es que la industria del hormigón no es muy contaminante. Principalmente debemos tener en cuenta los tipos de residuos que se generan que, a su vez, tampoco son de elevado riesgo ecológico. Con una correcta gestión de los mismos no deberá aparecer ningún problema medioambiental significativo.

Vamos a ver someramente cuales serían estos residuos y las posibilidades que nos ofrece actualmente la industria para su eliminación o gestión, así como la posible capacidad contaminante que pudieran tener los aditivos que llevan los hormigones.

- El Hormigón

En primer lugar, vamos a ir viendo, en cada uno de los puntos del ciclo de vida del hormigón, los diferentes efectos contaminantes que pueden existir. Posteriormente trataremos el impacto medioambiental de los aditivos que pudiera llevar ese hormigón.



Tipos de contaminantes durante la fabricación del hormigón

Al estudiar el efecto contaminante de una planta de hormigón, ya pertenezca ésta a una central de hormigón preparado o a una fábrica de prefabricados, no vamos a tocar el tema del impacto ambiental, el cual debe quedar solucionado al montarla, puesto que deberá cumplir con la legislación vigente sobre implantación de industrias, de acuerdo con los requisitos autonómicos y municipales. Por tanto, nos quedan como posibles contaminantes los ruidos, el polvo y los residuos.

Los dos primeros tendrán más o menos importancia según el emplazamiento y el entorno de la planta. Habrán de tomarse medidas especiales de aislamiento contra el ruido y el polvo, sobre todo si la explotación se encuentra cerca, e incluso dentro, del área urbana. De acuerdo con la presente legislación de prevención de riesgos laborales, este es un tema que cada día está tomando más peso, especialmente en lo referente a la protección personal del trabajador.

Los ruidos se producen por el funcionamiento de la diferente maquinaria y el amasado de los materiales durante el proceso de fabricación del hormigón. Tendrá más relevancia uno u otro factor ya se trate de una industria de prefabricados o de una central de hormigón preparado.

Con el fin de minimizar su impacto, la primera medida es proporcionar al personal la protección individual requerida. En el ámbito general de la industria, pueden tomarse diversas acciones, como tapar con material aislante la maquinaria ruidosa, confinar, mediante una estructura adecuada, la zona ruidosa y rodear la planta exteriormente de algún tipo de apantallamiento, como podría ser un gran seto vegetal perimetral, el cual también es muy útil para evitar que el polvo se extienda fuera del recinto.

El polvo se genera por las actividades propias de la manipulación de materiales pulverulentos, como son el cemento y la fracción fina de los áridos. Con el fin de que no salgan de sus conductos pueden montarse filtros recuperadores, con lo que se hace un mejor aprovechamiento de los mismos al no tener pérdidas. Debe montarse un carenado de tolvas y cintas transportadoras y un tubo de goma alrededor de la toma de carga de los camiones o descarga de la amasadora. En cuanto al exterior, sobre todo si éste no está asfaltado, es muy útil el riego por aspersión, tanto en la zona de tránsito como sobre los acopios de áridos.

En cuanto a los residuos que suelen generarse pueden ser:

Sólidos: hormigón fresco proveniente de restos de amasadas, camiones devueltos, lodos de limpieza. Hormigón endurecido de piezas fabricadas defectuosas o material no aprovechable.

Líquidos: aguas de limpieza de camiones, amasadora, material o maquinarias, instalaciones o vertidos líquidos accidentales.

Envases: sacos o envases de líquidos donde se han recibido materiales diversos.

La legislación vigente obliga a todas las industrias a gestionar los residuos que genere mediante un gestor autorizado. Existen gestores de residuos sólidos, líquidos o envases. Cada empresa es responsable de los que produzca su industria bien directamente, como por ejemplo, restos de fabricaciones propias, o indirectamente, como pueden ser las aguas de limpiezas o los envases.

Las industrias generadoras de residuos deben hacer una declaración de la gestión de los mismos a la Consejería de Medio Ambiente de su Comunidad Autónoma y deben llevar un control y seguimiento de los diferentes tipos, debiendo notificar, a dicha entidad, cada una de las retiradas que se efectúen. Está totalmente prohibido el traslado o retirada de residuos de ningún tipo por parte de cualquier empresa que no sea una gestora autorizada.

Por tanto, el criterio a seguir es el de intentar reducir al mínimo los residuos generados y reciclar todo lo posible. Esto es importante puesto que la gestión de residuos tiene un coste más o menos grande. Este viene dado por el valor del residuo en sí y por el coste intrínseco de su gestión. Por tanto, minimizarlos y reciclar supone un ahorro importante, y toda inversión que se realice con este fin, va a poderse amortizar en un plazo interesante para la empresa.

Residuos sólidos: hormigón fresco o endurecido.

La industria dispone en la actualidad de varios sistemas de reciclaje de hormigón fresco realmente útiles y ya bastante conocidos. Estos pueden estar basados en métodos mecánicos o químicos.

Los métodos mecánicos se basan en la separación de los elementos finos de las gravas mediante agua y separadores mecánicos. Para ello pueden emplearse tamices, tornillos sinfín, etc, pero cualquiera que sea el método de separación, el objetivo es, fundamentalmente, poder volver a reutilizar las gravas y el agua para la fabricación de nuevo hormigón, separando los finos en forma de lodos secos para otras alternativas de utilización. En algún sistema se hace un tratamiento químico al agua con los finos incluidos, para poderse incorporar este conjunto, de manera controlada, en la fabricación de nuevos hormigones, a los que proporciona características beneficiosas. Esta es también la base de los métodos químicos.

Estos están pensados para la recuperación de hormigones devueltos y limpiezas de camiones en centrales de hormigón preparado. Consiste en añadir a estos restos un producto que inhiba la hidratación del cemento. El hormigón así tratado puede permanecer sin fraguar hasta que se desee reutilizar. En este momento, se le añade otro producto activador que anula la propiedad inhibitoria del anterior y, mezclándolo con más cantidad de hormigón recién fabricado, puede emplearse como cualquier otro.

Para los residuos de hormigón endurecido, ya sea proveniente de derribos, desechos o piezas prefabricadas no utilizables, el método es el de trituración y reutilización del material triturado como áridos para la fabricación de nuevo hormigón, que no tenga muchas exigencias, o gravas de subbases de cimentaciones, rellenos, etc. En el caso de emplearlo para la fabricación de hormigón, ha de tenerse en cuenta las características físicas de este material triturado, como homogeneidad y dureza, entre otras, para determinar en qué tipos de hormigones puede emplearse. Normalmente pueden suponer el 100% de las gravas si el hormigón va destinado a firmes de carreteras, hormigones de limpieza y todo aquel que no tenga exigencias especiales de durabilidad y resistencia. Para hormigones con requerimientos normales pueden utilizarse mezclado con el árido habitual, en un porcentaje previamente estudiado.

Estas centrales de trituración se disponen generalmente en las graveras, puesto que el volumen de producto a tratar, por ejemplo, en una fábrica de prefabricados, no suele ser lo suficiente como para que ésta amortice la inversión, y mucho menos una central de hormigón preparado.

Residuos líquidos:

Deben considerarse dos tipos de residuos líquidos, las aguas residuales procedentes de uso humano y las de limpiezas de camiones, amasadoras, incluso las recogidas de la lluvia, limpieza de la planta, vertidos, etc. Las primeras deberán recibir el tratamiento habitual al de cualquier otra industria, por lo que no las consideraremos. La legislación vigente indica con

gran claridad los tipos de vertidos y las cantidades máximas sin depurar que pueden realizarse a la red.

Para las segundas, el método más utilizado para su tratamiento, sobre todo en las centrales de hormigón preparado, son las balsas de decantación. En ellas, lo ideal es disponer de alguno de los procedimientos existentes para la separación de los lodos sedimentados, por un lado, y del agua, por otro, con el fin de poder volver a reutilizarla como agua de amasado.

Sin embargo, las citadas balsas no son necesarias si se dispone de cualquiera de los sistemas de tratamiento de recuperación de hormigón fresco, comentados anteriormente, por lo que, comparativamente, éstos tienen un mayor abanico de aprovechamiento y se les saca mayor rendimiento.

Envases:

Ya sean sacos, provenientes del envasado de productos sólidos, o garrafas, bidones o contenedores, de productos líquidos, y de acuerdo a la ley de envases (Ley 11/1997), el consumidor del producto envasado es el responsable de que éstos sean tratados por gestores autorizados, no pudiendo ser transportados o manipulados por cualquier otra empresa que no sean los citados gestores. Por tanto, la única posibilidad de disminuir el coste de su tratamiento es minimizar, en lo posible, el consumo de productos envasados.

Puesta en obra, vida útil y demolición de los hormigones

La única contaminación o residuo que puede generar el hormigón, a lo largo de estas fases, es el de las probetas que se hacen para controlarlo, en su fase de puesta en obra, y los restos generados tras la demolición de estructuras. Ambos restos corresponden a hormigón endurecido, cuyo único tratamiento es el de su trituración y posterior utilización como árido para nuevos hormigones, punto este tratado anteriormente cuando vimos los residuos sólidos en la fase de fabricación. También ha de tenerse en cuenta la posible lixiviación de los aditivos contenidos en estos residuos, que veremos más adelante.

– Aditivos

Como sabemos, los aditivos son productos químicos que se añaden al hormigón en una cantidad máxima del 5%, en peso del cemento. Puesto que la cantidad de aditivo que se pone es muy pequeña, su potencial contaminante, dentro del hormigón endurecido no es importante. No obstante, vamos a ver las consideraciones medioambientales a hacer, tanto como productos químicos en sí, como su influencia a lo largo de la vida del hormigón.

Fabricación: clasificación de materias primas

Los aditivos son, generalmente, soluciones acuosas de diferentes materias primas en una proporción determinada, por lo que vamos a ir viendo los parámetros medioambientales de cada una de ellas. Veremos las que forman los principios activos, pues al estar en un porcentaje mayor en formulación, son las que podrían influir para la clasificación de los aditivos como productos peligrosos o no. El resto de productos que van en menor cantidad su influencia es despreciable como posibles contaminantes.

La primera consideración a hacer es que, al ser soluciones acuosas, no existen disolventes peligrosos. Tampoco se emplean metales pesados.

Materias primas básicas de plastificantes y superplastificantes:

Lignosulfonatos
Glucósidos
Condensados de melaminas sulfonadas
Condensados de naftalenos sulfonados
Condensados a base de policarboxilatos o polifosfonatos

Lignosulfonatos

Proviene de la lignina de la madera.
No son tóxicos por administración oral sobre animales. Están permitidos como ingrediente alimentario.
Son moderadamente biodegradables. Demanda biológica de oxígeno media.
Muy solubles en agua.
No deben verterse a la red o cursos de agua.
Ligeramente peligrosos (fuerte coloración)

Glucósidos

Se tratan de azúcares modificados.
Están permitidos como ingrediente alimentario humano.
Fácilmente biodegradables. Demanda biológica de oxígeno alta.
Muy solubles en agua.
No deben verterse a la red o cursos de agua.
Ligeramente peligrosos (por su DBO)

Melaminas

Son polímeros de melaminas-formaldehído sulfonadas.
Ligeramente tóxico para organismos acuáticos a altas concentraciones.
No son fácilmente biodegradables.
No bioacumulable.
Muy solubles en agua.
No deben verterse a la red o cursos de agua.
Ligeramente peligrosos.

Naftalenos

Son polímeros de naftalinas-formaldehído sulfonadas.
Ligeramente tóxico para organismos acuáticos a altas concentraciones.
No son fácilmente biodegradables.
No bioacumulable.
Muy solubles en agua.
No deben verterse a la red o cursos de agua.
Ligeramente peligrosos.

Materias primas básicas de retardadores:

Sacarosa
Fosfatos
Lignosulfonatos
Glucósidos

Ya hemos visto los lignosulfonatos y los glucósidos, por lo que pasaremos a la sacarosa y los fosfatos

Sacarosa

Es el azúcar obtenido de la caña o la remolacha.
Está permitida como ingrediente alimentario humano.
Fácilmente biodegradables. Demanda biológica de oxígeno alta.
Muy solubles en agua.
No deben verterse a la red o cursos de agua.
Ligeramente peligrosos (por su DBO).

Fosfatos

Producto químico inorgánico. Alguna forma puede utilizarse como abono agrícola.
No tóxicos.
Productos inorgánicos (no puede aplicarse el concepto "biodegradable").
Muy solubles en agua.
No deben verterse a la red o cursos de agua.
Ligeramente peligrosos.

Materias primas básicas de acelerantes:

Silicatos
Aluminatos
Nitratos
Formiatos
Hidróxidos de aluminio amorfo
Tiocianatos

Son productos inorgánicos, por lo que no se les puede aplicar el concepto de biodegradabilidad.

Silicatos

Productos alcalinos (pH alto, básico).
Irritantes o corrosivos (según su alcalinidad).
Solubles en agua.
No deben verterse a la red o cursos de agua.
Peligrosos por su alto pH.

Aluminatos

Productos alcalinos (pH alto, básico).
Corrosivos.
Solubles en agua.
No deben verterse a la red o cursos de agua.
Peligrosos por su alto pH.

Nitratos

Alguna forma puede utilizarse como abono agrícola. No tóxico (la sal sódica es comburente).
Solubles en agua.
No deben verterse grandes cantidades a la red o cursos de agua.
Ligeramente peligrosos en altas concentraciones.

Formiatos

Puede utilizarse en la industria alimentaria.

Levemente irritante.

Solubles en agua.

Ligeramente peligrosos en altas concentraciones.

Hidróxidos de aluminio amorfos

Producto sólido.

No tóxico.

Insolubles en agua.

No peligrosos en el agua.

Tiocianatos

Tóxicos.

Solubles en agua.

No deben verterse a la red o cursos de agua.

Peligrosos en medio acuoso con $\text{pH} < 7$.

Materias primas básicas de inclusores de aire:

Se utilizan productos tenioactivos, pueden ser de origen vegetal o sintéticos y hay una gran variedad de formulaciones en el mercado. Son producto que también se utilizan en la industria de la cosmética, detergancia, etc.

Algunos son irritantes.

Fácilmente biodegradables.

Solubles en agua.

Deben verterse a la red o cursos de agua.

Peligrosos para la vida acuática.

Materias primas básicas de hidrófugos:

Principalmente son sales de ácidos grasos, estearatos u oleatos.

No peligrosos.

Fácilmente biodegradables.

Insolubles en agua.

No son peligrosos para la vida acuática.

Otras materias primas:

Estos no son todos los tipos de aditivos que existen, ni cualquiera de ellos lleva una sola materia prima. Existen otros muchos productos químicos que forman parte de los aditivos, pero al formar parte de ellos en un porcentaje muy pequeño, o ser productos de consumo muy reducido, no tienen incidencia sobre el medio ambiente. Tan solo vamos a mencionar los productos conservantes bactericidas y/o fungicidas que llevan todos los productos, de imprescindible utilización para asegurar su correcta estabilidad.

Los conservantes están formados por uno o más productos de los siguientes tipos, entre otros:

Compuestos liberadores progresivos de formaldehído.

Compuestos fenólicos.

Preparados de isotiazolonas.

Estos productos son tóxicos e irritantes, pero al formar parte de la formulación de un aditivo en tan solo un 0,2% al 0,5%, muy por debajo del umbral mínimo de peligrosidad, fijado en el 2,5%, y ser biodegradables, los aditivos no se ven afectados para su clasificación como peligrosos.

Clasificación de aditivos, como productos químicos

Como hemos dicho, los aditivos son mezclas de una o varias de las materias primas mencionadas, con algún otro componente en cantidades no significativas como para influir en la clasificación de dicho aditivo, esto es, presentes en una concentración inferior al umbral mínimo como para catalogarlo como sustancia peligrosa.

Todas estas materias primas se disuelven en agua para que puedan homogeneizarse bien dentro de la masa del hormigón, hasta una concentración que suele estar en torno al 40 o 50 % de los principios activos, solo en casos puntuales esta concentración es del 100%. Por tanto, aún llevando en su composición algún producto que tenga cierta peligrosidad, es raro que el aditivo sea catalogado como tal.

Tan solo debemos destacar los potentes acelerantes para la gunita basados en silicatos y aluminatos con altos valores del pH, y por tanto corrosivos, cuya utilización debe hacerse con el máximo de precauciones, máxime teniendo en cuenta que el gunitado consiste en la proyección de hormigón o mortero mezclado con estos productos y, por tanto, muy fácil de producir salpicaduras.

Sobre el resto, y de manera general, podemos decir que son:

No tóxicos, nocivos o irritantes, excepto algunos acelerantes que son irritantes o incluso tóxicos, si la concentración de su materia prima es elevada.

Fácil o medianamente biodegradables.

Muy solubles en agua, excepto los hidrófugos.

No deben verterse a la red o cursos de agua.

Ligeramente peligrosos.

Los aditivos durante la vida útil del hormigón

Según la propia definición de aditivo, éstos se añaden al hormigón en una dosificación no superior al 5% en peso del cemento, normalmente no se sobrepasa el 3%.

Dentro del hormigón endurecido, el aditivo se encuentra íntimamente ligado a la matriz cementante y en una proporción generalmente no superior al 0.2% de materia activa con relación a la cantidad total de hormigón (para llegar a esta concentración debería dosificarse el 3% a un hormigón con 400 Kg de cemento al m³, de un aditivo con un residuo seco del 40%), por lo que no serán arrastrados por el agua u otros agentes, hacia el exterior. Teniendo

en cuenta que los productos utilizados no suelen ser volátiles, se descarta cualquier tipo de emisión de los mismos y, por tanto, de posible contaminación. De hecho, está probado por diversos laboratorios, que los aditivos pueden emplearse en hormigones destinados a la fabricación de depósitos de agua potable, al no presentar ningún tipo de peligrosidad para la salud.

Los aditivos en restos de hormigones de demolición

Se han estudiado las posibles repercusiones de los aditivos que pueda haber en los restos de hormigones de estructuras demolidas. Estos restos de hormigón pueden ir a escombreras o reciclarse, como se dijo anteriormente, como parte de árido para nuevos hormigones, bases de carretera, etc. En estos casos, la posible contaminación se produciría al pasar, por lixiviación, al terreno sobre el que se encuentren estos restos.

En primer lugar, si el hormigón se encuentra mezclado con el resto de materiales de la estructura demolida, se ha comprobado que los productos químicos presentes en los lixiviados provienen de los revestimiento, adhesivos, selladores, etc.

Cuando se estudian los restos de hormigón, exclusivamente, se ha comprobado que solo entre un 20 a un 30% de los aditivos estudiados produjeron productos de lixiviación y, de éstos, más de la mitad eran productos de descomposición de los mismos, fácilmente biodegradables, muy solubles en agua, por lo que no es de esperar acumulaciones en los suelos o contaminación de acuíferos.

– Conclusiones

En resumen, las repercusiones medioambientales que puede traer el uso de hormigones y aditivos vendrán, por parte del primero, por la posible contaminación por ruidos y polvo durante su proceso de fabricación, que puede solucionarse mediante aislamiento. La producción de residuos sólidos o líquidos y de envases, que además de realizar su debida gestión, pueden aminorarse mediante los diferentes métodos de reciclado, para la fabricación de nuevos hormigones.

Respecto a los aditivos, como productos químicos, no son productos peligrosos, excepto algún acelerante que pudiera ser corrosivo o tóxico y que irá debidamente etiquetado para tomar las medidas oportunas de traslado y manejo. De manera general, no deben verterse a acuíferos. Una vez formando parte del hormigón, no afectan al medio ambiente por no ser volátiles ni tener productos de lixiviación peligrosos.

– Legislación

Las Comunidades Autónomas y Municipales tienen la correspondiente legislación interna. A nivel estatal podemos destacar:

Evaluación del impacto ambiental: Real Decreto Legislativo 1302/1986 modificado por el Real Decreto-Ley 6/2001.

Aguas: Ley de Aguas 297/1985, modificado por la Ley 46/1999.

Residuos: Ley de Residuos 10/1998

Resolución del Plan Nacional de Residuos Peligrosos de 28-abril-1995

Ley de Envases y Residuos de Envases 11/1997

Lista/catálogo de residuos, decisión 2001/118/CE