

El hormigón y el ambiente Ing. Carlos Brunatti, Arq. Edgardo Souza

(Artículo publicado en Revista Hormigonar - Edición N°25)

Desafortunadamente, las tecnologías que se emplean actualmente en la construcción, en general, basadas en objetivos a corto plazo extraen recursos naturales que no son tratados adecuadamente haciendo uso, además, una cierta cantidad de energía, que también proviene de la Naturaleza. Por otro lado, producen una gran cantidad de desperdicios que son devueltos al ecosistema en forma de residuos sólidos, líquidos y gaseosos.

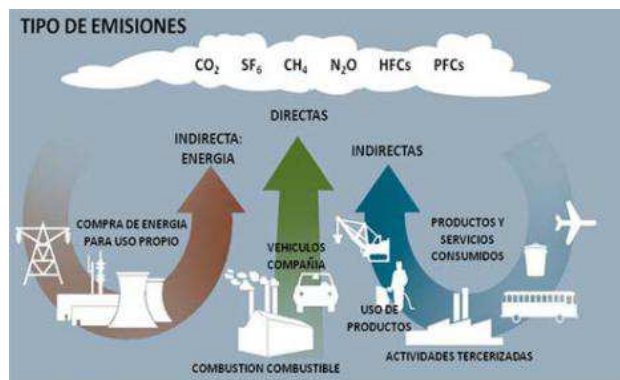
Sin embargo, cada vez más se demuestra un creciente interés para que los materiales para la construcción sean elegidos en base a sus características ecológicas.

La sociedad en su conjunto hoy está preocupada por el Cambio Climático, por lo cual se debe evitar que se produzca un mayor calentamiento global, con todas las consecuencias que ello trae aparejado como la elevación de la temperatura media del ambiente, la modificación de las mareas, tsunamis, inundaciones, etc.



Por eso, el desafío actual más importante es tratar de minimizar las emisiones de los Gases de Efecto Invernadero (GEI), cuya canasta está compuesta por los siguientes: CO₂, CH₄, N₂O, SF₆, HFCs y PFCs.

Estos gases producen cierto Impacto Ambiental. Para entender su significado podemos decir que se entiende como aquel efecto que es provocado por la acción antrópica sobre el ambiente, que va en contra de los procesos naturales.



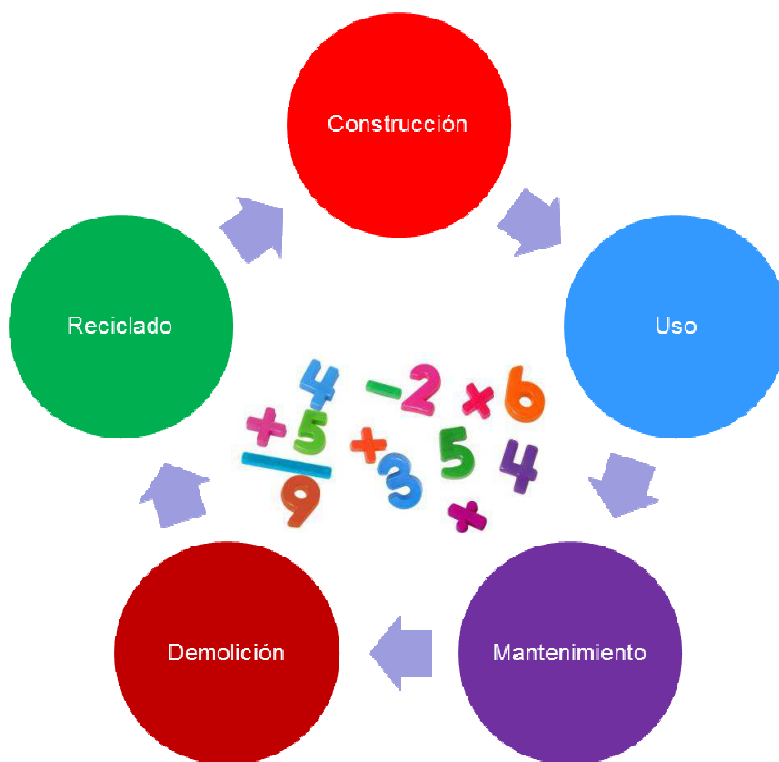
Fuente: GHG Protocol

Se puede ensayar una clasificación como sigue:

- **Irreversible:** su trascendencia sobre el ambiente es de tal magnitud que, no se puede modificar.
- **Reversible:** permite que el ambiente se recupere con el paso del tiempo, a corto, mediano o largo plazo.
- **Temporal:** su magnitud no crea mayores inconvenientes y se puede recuperar a corto plazo.
- **Persistente:** sus consecuencias se van a apreciar a largo plazo.

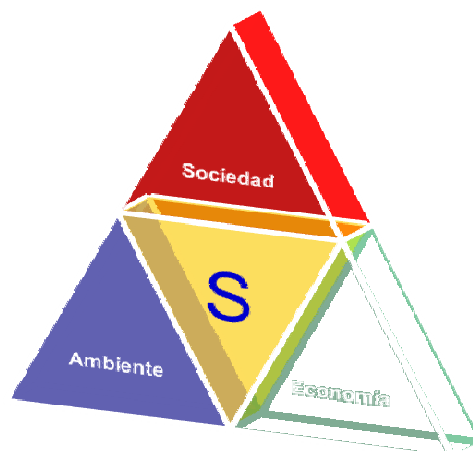
Cómo se puede calcular el impacto ambiental? Específicamente nos vamos a enfocar en el caso de una estructura de hormigón, como un edificio o un pavimento.

Para ello, se deben considerar todas las etapas que componen el Ciclo de Vida de la estructura, es decir, comenzando por el Proceso Productivo de los materiales componentes, la etapa de la Construcción propiamente dicha, el Funcionamiento y la Vida útil en servicio y la etapa final que abarca la Demolición y el Reciclado.



Esquema del Ciclo de Vida de una Estructura

Todo esto debe ser concebido dentro del contexto de la **Construcción Sostenible**, como parte integral del concepto global de Sostenibilidad que se apoya en tres pilares: Sociedad, Ambiente y Economía. Además, en un futuro, por la mayor importancia que cada vez se le asigna, ese triángulo se pueda convertir en un cuadrado, con un vértice nuevo correspondiente a la Energía.



Esto también se encuentra enlazado con la campaña “PPP” (People, Power and Planet o Sociedad, Energía y Ambiente) que trata de concientizar sobre cómo reducir los residuos y hacer un uso más eficiente de la energía, creando un contexto social que conduzca a ahorros ambientales y energéticos.

Por eso la misión de todos aquellos involucrados en la industria de la construcción será comprometerse en generar el menor impacto ambiental posible y de allí es que surgieron los términos “verde” o “ambientalmente amigable”.

Uno se puede preguntar cuáles son los diversos aspectos que se han de considerar y siempre son tres: **Materiales** (o sea el empleo de recursos naturales ya sea en bruto o transformados), **Energía**, necesaria para la transformación y por último la generación de **Residuos**.

La sociedad moderna se ha basado en la modificación de la Naturaleza, para satisfacer necesidades de la vida diaria (edificación, infraestructura vial, aeropuertos, etc.) a través del empleo de los diferentes materiales de la construcción del cual el de mayor consumo mundial es el Hormigón además de los combustibles fósiles, empleados para satisfacer las diversas demandas energéticas con sus aplicaciones.

En promedio, el hormigón está compuesto por un 12 % de su peso de material ligante (cemento), 8 % de agua y el 80 % restante corresponde a los agregados finos (arenas) y gruesos (piedra partida o canto rodado).

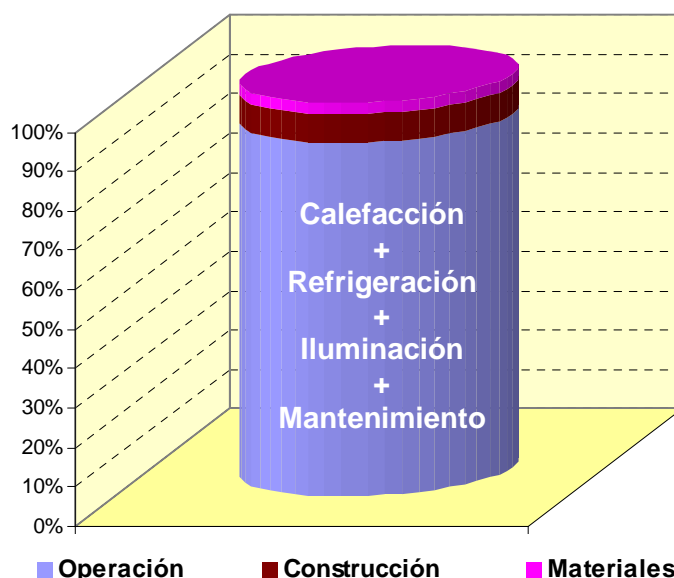
Es decir, que anualmente en el mundo además de las 1,5 billones de toneladas de cemento, la industria del hormigón consume 9 billones de toneladas de agregados, además de 1 billón de toneladas de agua, lo cual convierte a ese material en el de mayor consumidor de recursos naturales del planeta. Para el año 2050, se espera que alcance una producción mundial de 18 billones de toneladas contra las 12 billones actuales.

Si se analizan ahora las etapas que constituyen el Ciclo de vida del hormigón, en cada una de ellas surgen cuestiones que se deberían atender, como por ejemplo:

- Las materias primas que se usan, son renovables?
- Qué cantidad de energía se ha involucrado en la producción?
- Qué residuos se deben disponer y cómo impactan en el medio?
- Se podrían emplear otros materiales de menor impacto al ambiente?
- Es importante la durabilidad?
- Se puede reusar?
- Se puede reciclar?

Una pregunta que surge muy a menudo es poder determinar si la energía que se necesita para la producción de los materiales de la construcción, es el alta o baja, pues impacta en dos aspectos: tanto por el consumo de combustibles no renovables; como por la emisión de gases de efecto invernadero a la atmósfera, en su combustión y transporte.

En el gráfico que se presenta se puede apreciar claramente que para una estructura de hormigón para un edificio, cuya vida en servicio se ha programado para unos 70 años, el consumo energético necesario para su mantenimiento (calefacción, iluminación, etc) es del orden del



90 % del total, mientras que la energía restante de sólo el 10 % cubre el período de construcción. Se puede indicar que de allí, entre el 2 al 3 % representa la gastada en la fabricación de los materiales componentes y el resto corresponde al proceso de construcción propiamente dicho.

En este sentido, se debe indicar que usualmente una estructura de hormigón tiene una vida útil media de 50 años o más. Por ello, el hormigón es sinónimo de larga vida y de este modo se minimiza el impacto ambiental.

Al final de la vida útil, cuando una estructura ya no cumple más la función para la cual fuera diseñada, es probable que sea destruida. Sin embargo, actualmente se tiene conciencia de que esa estructura es de un material que puede ser reciclado para evitar el impacto negativo de los escombros, empleándolo en nuevas aplicaciones, en reemplazo de materiales vírgenes, reduciendo el consumo de éstos últimos.

En el caso particular de los pavimentos de hormigón, es interesante destacar que los mismos presentan una extensa vida útil de varias décadas, la cual además puede ser prolongada mediante técnicas de rehabilitación como el pulido y alcanzando la parte final de su vida en servicio, etapa de demolición y reciclado, existe actualmente una técnica denominada "rubblizing" que permite fragmentar el pavimento existente para luego ser empleado como una excelente base para una nueva capa de rodadura.



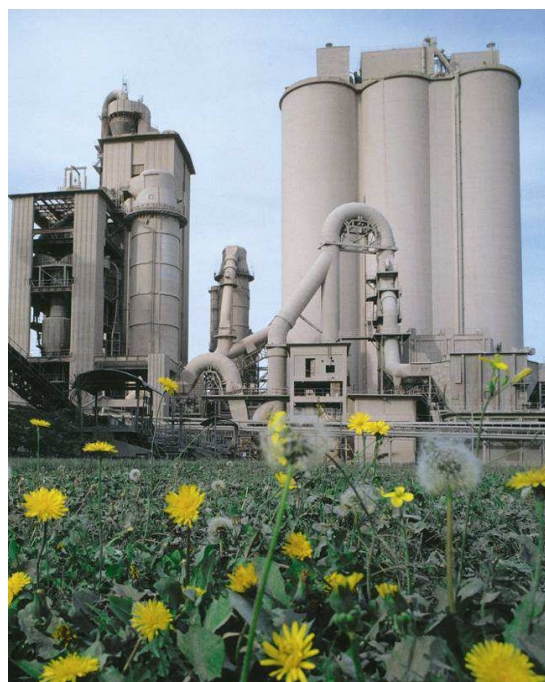
Es de destacar que además, a pesar de ser cubierto en algún momento, este material trozado expuesto al contacto con el aire, se produce la adsorción de CO₂ atmosférico actuando como sumidero de este GEI.

Igualmente, el hecho de reciclar este material, hace que se reduzca fuertemente el consumo de materiales vírgenes.

Veamos ahora cómo cada etapa contribuye al impacto general de una estructura de hormigón comenzando por la fabricación del cemento.

Se sabe que la fabricación del cemento necesita de una cantidad de energía importante pues en el horno se han de alcanzar temperaturas del orden de los 1 500 °C, lo que implica el uso de combustibles no renovables. Esto trae aparejado emisiones de Gases de Efecto Invernadero para su combustión que se suma a la emisión del CO₂ debido al proceso de descarbonatación de la piedra caliza.

Consciente de ello la industria del cemento local trabaja con el objetivo de contribuir a mitigar estos inconvenientes, mediante acciones como



modificar el factor clinker a través del uso de adiciones minerales, como por ejemplo, la escoria granulada de alto horno, las cenizas volantes, las puzolanas o el filler calcáreo, además de recurrir al co procesamiento, ya sea por empleo de materias primas y/o combustibles alternativos.

El segundo material a analizar es el agua; se puede decir que ésta en general no presenta demasiados problemas, sin embargo en algunos casos no se dispone de ella en el lugar de emplazamiento de la obra.

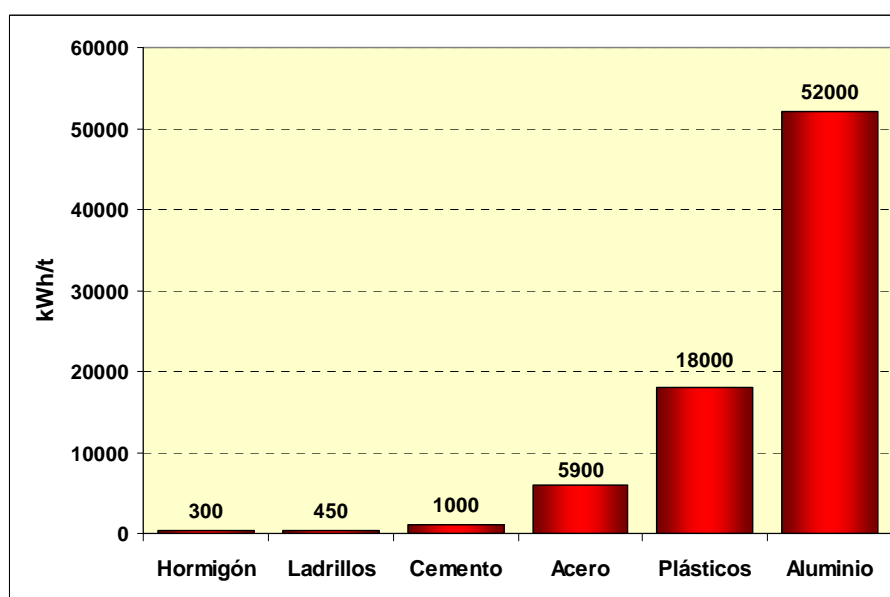
Esto ocurrió, por ejemplo, al construir la Ruta Nacional Nº 7 en la Pcia. de San Luis llegando al límite con la de Mendoza, donde no se pudo usar el agua del Río Desaguadero, por el alto contenido de sales presentes (sulfatos y cloruros), lo que obligó a transportarla desde otro sitio a varios kilómetros de distancia.



Para el caso particular de los agregados, la mayoría de ellos se obtienen por minería, a pesar que se pueden usar otros que resultan ser subproductos de procesos industriales como la escoria de alto horno enfriada al aire o simplemente hormigón reciclado.

Los agregados además pueden requerir ciertos procesos para ser extraídos, transportados, fraccionados, lavados, etc. lo que implica consumo de energía.

Los aditivos químicos se emplean en pequeñas dosis en ciertos casos para modificar alguna propiedad del hormigón resultante, y en muchas ocasiones permiten reducir los consumos de agua o de cemento. Sin embargo, por la mínima proporción en que son utilizados (menor al 0,3 % del peso del hormigón) la energía que se emplea para su fabricación no se analiza en detalle ya que se considera desestimable.



Fuente: B.V. Venkatarama Reddy, 2008

Finalmente, el hormigón es el producto resultante de la combinación de todos estos materiales, preparado generalmente en plantas de hormigón elaborado para luego ser transportado hasta el sitio de la obra en ejecución.

Y aquí es donde aparece el concepto de Huella de Carbono, que resulta ser una medida del impacto que producen las actividades antrópicas sobre el ambiente, referida como las emisiones de los GEI y expresada como CO₂ equivalente.

Como se observa en la figura en la que se representa el consumo de energía necesaria para producir diferentes materiales de construcción, el hormigón puede considerarse ventajoso desde este punto de vista.

En síntesis, con cada aporte que realicemos podemos lograr un Hormigón más amigable con el ambiente, para ello debemos optimizar los diseños, emplear hormigones durables, utilizar materiales cementicios suplementarios, usar agregados locales, eficientizando el transporte, reciclando el agua y el hormigón.