

## Declaración Ambiental de Producto (DAP)

En conformidad con las normas ISO 14025 y EN 15804:2012+A2:2019 para:  
**Cemento Portland Compuesto CPC 30 RS**



# CEMENTOS FORTALEZA

### Programa:

International EPD® System

DAP registrada a través del Hub América Latina del International EPD® System

Latin America Hub of the International EPD® System

### Número de registro de la DAP:

S-P-08524: Cemento Portland CPC 30 RS

Fecha de publicación: 2023/05/26

### Fecha de validez:

2028/05/26

### Alcance geográfico:

México

Una DAP debe proporcionar información actual y puede ser actualizada si las condiciones de la empresa cambian. La fecha de validez está sujeta al registro y publicación continua en [www.environdec.com](http://www.environdec.com)



# Tabla de contenido



**1** Cementos Fortaleza ®

**2** Información General

**3** Descripción del  
Producto

**4** Materiales contenidos  
en el producto

**5** Reglas de Categoría  
de Producto para el  
Análisis de Ciclo de  
Vida (ACV)

**6** Desempeño Ambiental

**7** Verificación y Registro

**8** Información de  
Contacto

**9** Referencias



**El estudio inicio en junio del año 2022 y fue desarrollado en conformidad con la Norma Europea EN 15804:2012+A2:2019 y bajo las Reglas de Categoría de Producto (RCP) “Construction Products, UN CPC 374 Plaster, lime and cement”, los cuales están en línea con las Instrucciones Generales del Programa operador, International EPD® System.**

**El propietario de la DAP tiene la obligación y responsabilidad exclusiva del manejo de esta.**

**Las DAP dentro de la misma categoría de productos, pero de diferentes administradores de programas pueden no ser comparables. Las DAP del sector construcción pueden no ser comparables si no cumplen con la norma europea EN 15804. Para obtener más información sobre la comparabilidad, consultar las normas de referencia EN 15804 e ISO 14025.**

# 1. CEMENTOS FORTALEZA®

Trituradora y Procesadora de Materiales Santa Anita, S.A. de C.V., también denominada Cementos Fortaleza®, es una empresa que se dedica a la producción y venta de cemento Portland en saco o granel, así como cemento mortero en saco, utilizados en la industria de la construcción.

La empresa nace en México en el año 2007, tras la asociación entre Grupo Kaluz, Grupo Carso y Elementia, mientras que en el año 2011 consolida su primera planta denominada “El Palmar”, ubicada en el municipio de Santiago de Anaya, Estado de Hidalgo, México. Posteriormente, en el año 2012 consolida relaciones con diversos socios comerciales y a finales de ese mismo año se presenta la marca “Cementos Fortaleza” (Cementos Fortaleza, 2022).

En el año 2013, la empresa tiene una alianza con “Lafarge”, una compañía dedicada a la manufactura de materiales de construcción especializados como cemento, hormigón, áridos, yeso, etc. El resultado de dicha alianza terminó con la compra del 100% de las plantas de la empresa “Lafarge”, lo cual permitió aumentar su capacidad productiva.

En ese sentido, Planta Tula tuvo la apertura de su línea 2 en agosto del 2015, iniciando operaciones en julio de 2017. Finalmente, Planta Progreso, la última planta de producción fue abierta en el año 2020 en el Estado de Yucatán.

Cementos Fortaleza ha consolidado su posicionamiento en el mercado de cemento al incrementar su participación de aproximadamente 5.7% en el 2017 a un estimado de 7.5% en el 2020. De esta manera, Cementos Fortaleza®, se ubica como el quinto mayor productor de cementos en México (Cementos Fortaleza, 2021).



Figura 1. Planta Tula

## 2. INFORMACIÓN GENERAL

| PRODUCTO:                                      | CEMENTO PORTLAND COMPUESTO CPC 20 PATRIA  |
|--|---|
| Propietario de la DAP                          | Lucia López García; Luis Enrique Ortega Aceves<br>Cementos Fortaleza<br>Avenida Paseo de las Palmas No. 781, piso 7 Carso Palmas, Col. Lomas de Chapultepec 3ª Sección, C.P. 11000, Alcaldía Miguel Hidalgo, Ciudad de México.<br><a href="https://www.cementosfortaleza.com/">https://www.cementosfortaleza.com/</a>   |
| Descripción del producto de construcción:      | El Cemento Portland Compuesto CPC 30 RS puede ser usado para la construcción de elementos estructurales que conducirán aguas negras y que estarán expuestos a ambientes agresivos con presencia de sulfatos o en zonas costeras.  |
| Unidad declarada:                              | 1,000 kg de Cemento CPC 30 RS, manufacturado por la empresa Cementos Fortaleza® en la Planta Tula ubicada en Casco del Rancho Bateje. al este del km. 5 de la carretera Atitalaquia-Apaxco. El Refugio, Atotonilco de Tula, Hidalgo, México.  |
| Componentes principales del producto           | Cemento Portland hasta un 100%, Sulfato de calcio 2-10%, Carbonato de calcio 0-5%, Óxido de calcio 0-5%, Óxido de magnesio 0-4%, Sílice cristalina 1-0.2%.  |
| Etapas del ciclo de vida no consideradas:      | Los módulos (B1, B2, B3, B4, B5, B6, B7).   |
| Contenido de la DAP                            | <p>Esta DAP se basa en módulos de información que no cubren aspectos sobre uso del producto. Contiene en detalle información de los módulos A1, A2, A3, además de aproximaciones de los escenarios de fin de vida C1, C2, C3 y C4, incluye el escenario D asociado a los beneficios y cargas más allá del límite del sistema.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Información general.</li> <li>▪ Descripción del producto.</li> <li>▪ Material contenido en el producto.</li> <li>▪ Reglas de Categoría de Producto para el Análisis de Ciclo de Vida.</li> <li>▪ Desempeño ambiental.</li> <li>▪ Verificación y registro.</li> <li>▪ Información de contacto.</li> <li>▪ Referencias.</li> </ul> |
| Para más información consultar:                | <a href="https://www.cementosfortaleza.com/">https://www.cementosfortaleza.com/</a><br><a href="mailto:llopezg@cementosfortaleza.com">llopezg@cementosfortaleza.com</a><br><a href="mailto:lortegaa@cementosfortaleza.com">lortegaa@cementosfortaleza.com</a>   |
| Sitio para el cual esta DAP es representativa: | Planta ubicada en la Avenida Paseo de las Palmas No. 781, piso 7 Carso Palmas, Col. Lomas de Chapultepec 3ª Sección, C.P. 11000, Alcaldía Miguel Hidalgo, Ciudad de México.   |
| Público objetivo                               | Este documento y la información generada del mismo va dirigida hacia un grupo objetivo de desarrolladores que se interesen en construir con el producto, business to business (B2B)   |

# 3. DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

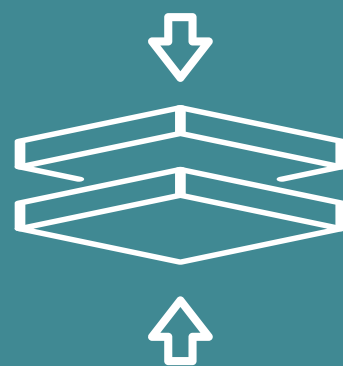
## 3.1 Cemento CPC 30 RS

El Cemento Portland Compuesto resistente a los sulfatos (CPC 30R RS), puede ser usado para la construcción de elementos estructurales que conducirán aguas negras y que estarán expuestos a ambientes agresivos con presencia de sulfatos o en zonas costeras.



### Características físicas

Cumple con las especificaciones de calidad establecidas en la norma mexicana del cemento NMX-C-414-ONNCCE vigente.



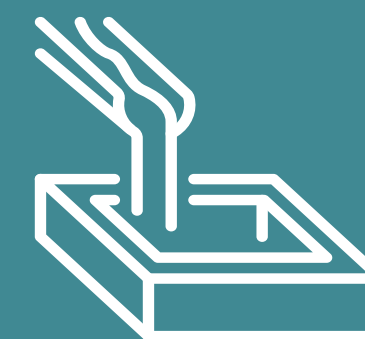
### Resistencia a compresión

- Mínima a 3 días: 20 N/mm<sup>2</sup> (204 kg/cm<sup>2</sup>)
- Mínima a 28 días: 30 N/mm<sup>2</sup> (306 kg/cm<sup>2</sup>)



### Tiempo de fraguado

- Inicial: 45 minutos (mínimo)
- Final: 600 minutos (máximo)



### Aplicación del producto

El cemento Fortaleza CPC 30R RS se puede utilizar para elaborar concretos resistentes a sulfatos, aguas negras y costeras, ideal para construir elementos estructurales en las obras que requieran una mayor durabilidad:

- Losas
- Cisternas
- Alcantarillas
- Cimentaciones
- Cadenas y Trabes
- Pisos y pavimentos
- Tuberías de drenaje
- Castillos y columnas
- Canales de riego y drenaje
- Viviendas y edificación en general
- Muelles y protecciones de escolleras
- Tanques de almacenamiento de agua
- Plantas de tratamiento de agua potable
- Plantas de tratamiento de aguas negras

# 4. MATERIALES CONTENIDOS EN EL PRODUCTO

En la Tabla 1 que es presentada a continuación, se declara la composición y contenido del cemento CPC 30 RS, (Cementos Fortaleza, 2022).

| MATERIAL HOMOGÉNEO O SUSTANCIAS QUÍMICAS | SUSTANCIAS QUÍMICAS | PESO (%) | NÚMERO CAS | FUNCIÓN DE LA SUSTANCIA QUÍMICA | CLASIFICACIÓN DE SUSTANCIA QUE AFECTAN LA SALUD[1] |
|--|---------------------|----------|------------|---------------------------------|--|
| Cemento Portland                         | No aplica           | 100%     | No aplica  | Contenido de cemento            | No está en lista                                   |
| Sulfato de calcio                        | No aplica           | 2-10%    | No aplica  | Contenido de cemento            | No está en lista                                   |
| Carbonato de calcio                      | No aplica           | 0-5%     | 471-34-1   | Contenido de cemento            | No está en lista                                   |
| Oxido de calcio                          | No aplica           | 0-5%     | 1305-78-8  | Contenido de cemento            | No está en lista                                   |
| Oxido de magnesio                        | No aplica           | 0-4%     | 1309-48-4  | Contenido de cemento            | No está en lista                                   |
| Silice cristalina                        | No aplica           | 0.2-1%   | 14464-46-1 | Contenido de cemento            | No está en lista                                   |

De acuerdo con la norma EN15804, la declaración de los materiales contenidos en el producto debe incluir la lista de sustancias extremadamente preocupantes (SVHC) que figuran en la lista de la Agencia Europea de Sustancias y Preparados Químicos.

## 5. RCP para el Análisis de Ciclo de Vida (ACV)

La presente DAP se elaboró teniendo como referencia la EN 15804:2012 +A2:2019 Sustainability of construction Works y PCR 2019:14 Construction products Version 1.11, además de estar en conformidad con lo establecido por la norma internacional ISO 14025:2006. Asimismo, se elaboró siguiendo las normas internacionales ISO 14040:2006 e ISO 14044:2006. En el RCP y al CPC UN CPC 374 Plaster, lime and cement, (PCR Construction Products, 2021), se reportan las categorías de impacto ambiental básicos y sus indicadores (Norma Europea Sostenibilidad en la Construcción EN 15804:2012+A2:2019, 2019).

### 5.1 Unidad Declarada

**1,000 kg de Cemento Portland Compuesto CPC 30 RS, manufacturado por la empresa Cementos Fortaleza® en la Planta Tula ubicada en Casco del Rancho Bateje al este del km. 5 de la carretera Atitalaquia-Apaxco, Atotonilco de Tula, Hidalgo, México.**

### UNIDAD DECLARADA

### 5.2 Vida útil de referencia

No se declara el tiempo de vida útil, ya que en el alcance del estudio se excluye la etapa de uso del producto.

### 5.3 Límites del sistema

El límite del sistema de esta DAP es de "cuna a puerta" (cradle to gate) que contempla la inclusión de los módulos adicionales C1-C4 y el módulo D (A1-A3 +C+D).

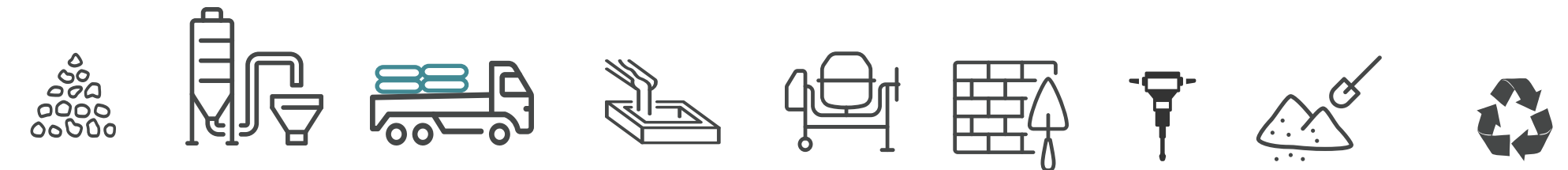
| ETAPA DE CICLO DE VIDA                                | INFORMACIÓN SOBRE LOS MÓDULOS CONTENIDOS EN LAS ETAPAS              | TIPO DE DAP                                   |  |                            |   |
|---|---|---|--|----------------------------|---|
|   |   | De cuna a puerta con módulos C1-C4 y módulo D | De cuna a puerta con modulo C1-C4, módulo D y módulos opcionales | De cuna a tumba y módulo D | DAP servicios de construcción: Cuna a puerta con módulos A1-A5 y módulos opcionales |
| A1-A3 etapa de producto                               | A1) Obtención de materia prima                                      | Obligatorio                                   | Obligatorio  | Obligatorio                | Obligatorio   |
|   | A2) Transporte  |   |  |                            |   |
|   | A3) Manufactura   |   |  |                            |   |
| A4-A5 Etapa de Construcción                           | A4) Transporte  | -   | Opcional para bienes Obligatorio para servicios                  | Obligatorio                | Obligatorio   |
|   | A5) Construcción/instalación  |   |  |                            |   |
| B Etapa de uso  | B1) Uso   | -   | Opcional   | Obligatorio                | Opcional  |
|   | B2) Mantenimiento   |   |  |                            |   |
|   | B3) Reparación  |   |  |                            |   |
|   | B4) Reemplazo   |   |  |                            |   |
|   | B5) Remodelación  |   |  |                            |   |
|   | B6) Uso de energía operacional                                      |   |  |                            |   |
|   | B7) Uso de agua operacional   |   |  |                            |   |
| C etapa de fin de vida                                | C1) Deconstrucción, demolición                                      | Obligatorio                                   | Obligatorio  | Obligatorio                | Opcional  |
|   | C2) Transporte  |   |  |                            |   |
|   | C3) Procesamiento de residuos                                       |   |  |                            |   |
|   | C4) Disposición final   |   |  |                            |   |
| D Beneficios y cargas más allá del límite del sistema | D) Reutilización, reciclaje o potencial de recuperación de energía. | Obligatorio                                   | Obligatorio  | Obligatorio                | -   |
| Unidad declarada                                      | Inclusión de vida útil de referencia                                | Opcional                                      | Obligatoria  | Obligatorio                | -   |



# 5. RCP para el Análisis de Ciclo de Vida (ACV)



Descripción de los módulos incluidos en la presente DAP.



|                              | Etapa del producto          |            |             | Fase de procesos de construcción |                             | Etapa de uso |               |         |              |                            |                        | Etapa de fin de vida        |            |                           | Etapa de recuperación de recursos |   |
|------------------------------|-----------------------------|------------|-------------|----------------------------------|-----------------------------|--------------|---------------|---------|--------------|----------------------------|------------------------|-----------------------------|------------|---------------------------|-----------------------------------|---|
|                              | Suministro de materia prima | Transporte | Fabricación | Transporte                       | Instalación de construcción | Uso          | Mantenimiento | Reparar | Restauración | Uso de energía operacional | Uso operativo del agua | Demolición / Deconstrucción | Transporte | Procesamiento de residuos | Disposición                       | Reutilización-Recuperación<br>Reciclaje-potencial |
| Módulo                       | A1                          | A2         | A3          | A4                               | A5                          | B1           | B2            | B4      | B5           | B6                         | B7                     | C1                          | C2         | C3                        | C4                                | D   |
| Módulos declarados           | X                           | X          | X           | ND                               | ND                          | ND           | ND            | ND      | ND           | ND                         | ND                     | X                           | X          | X                         | X                                 | X   |
| Geografía                    | MX                          | MX         | MX          | ND                               | ND                          | ND           | ND            | ND      | ND           | ND                         | ND                     | MX                          | MX         | MX                        | MX                                | MX  |
| Datos específicos utilizados | >90%                        |            |             |                                  |                             | -            | -             | -       | -            | -                          | -                      | -                           | -          | -                         | -                                 | -   |
| Variación de productos       | ND                          |            |             |                                  |                             | -            | -             | -       | -            | -                          | -                      | -                           | -          | -                         | -                                 | -   |
| Variación de sitios          | 3 plantas de producción     |            |             |                                  |                             | -            | -             | -       | -            | -                          | -                      | -                           | -          | -                         | -                                 | -   |

Figura 2. Módulos incluidos en la DAP

Tabla 3. Módulos incluidos en la DAP

## 5. RCP para el Análisis de Ciclo de Vida (ACV)

### 5.4 Descripción del proceso de manufactura

El proceso de fabricación del cemento incluye las siguientes etapas:

- 1) Trituración.
- 2) Prehomogenización.
- 3) Molienda de harina cruda.
- 4) Calcinación.
- 5) Molienda de cemento.
- 6) Envase y despacho.

#### Etapa 1. Trituración

En esta etapa se lleva a cabo la reducción de tamaño del material (caliza, yeso, puzolana, entre otras), operación que se realiza por medio de una trituradora.

El material es alimentado a la trituradora por un transportador de placas de acero y por vehículos de carga y, extraído por una serie de bandas transportadoras de hule hasta depositarlo en la siguiente etapa.

#### Etapa 2. Prehomogenización de caliza y arcilla

Consiste en disminuir las variaciones químicas de la mezcla de materiales que fueron previamente trituradas y son transportadas por medio de una banda al parque de almacenamiento. La caliza y la arcilla se mez-

clan mediante un proceso llamado prehomogenización, que consiste en formar dos pilas del material, con un mecanismo de apilamiento longitudinal.

#### Etapa 3. Almacenamiento

Todas las materias primas son depositadas por medio de bandas transportadoras en tolvas de almacenamiento. En el caso de la mezcla de arcilla y caliza prehomogenizada, así como el mineral de hierro, la arena sílica y otras materias primas, son utilizados para el siguiente proceso denominado molienda de harina cruda. Los materiales restantes (puzolana y yeso), son utilizados en el proceso de la molienda de cemento.

#### Etapa 4. Molienda de harina cruda

Consiste en pulverizar las materias primas y correctoras al interior de un molino vertical que por una serie de rodillos metálicos pulverizan el material al que se inyecta una corriente de gases calientes provenientes del precalentador para obtener un polvo fino seco llamado "harina cruda".

La harina cruda producida, es transportada por medio de bandas y elevador de canjilones (cadena de contenedores metálicos), hacia el silo de harina cruda.

#### Etapa 5. Calcinación.

La calcinación consiste en el secado, descarbonatación y sinterización de la harina cruda para obtener una piedra artificial llamada "clínker", material básico para la producción de cemento.

El clínker después de ser calcinado pasa por un enfriador (el cual es transportado por medio de placas metálicas), con el objetivo de disminuir la temperatura del material y pueda ingresar hacia un almacén intermedio (bunker) en espera de su envío a la siguiente etapa.

#### Etapa 6. Molienda de cemento.

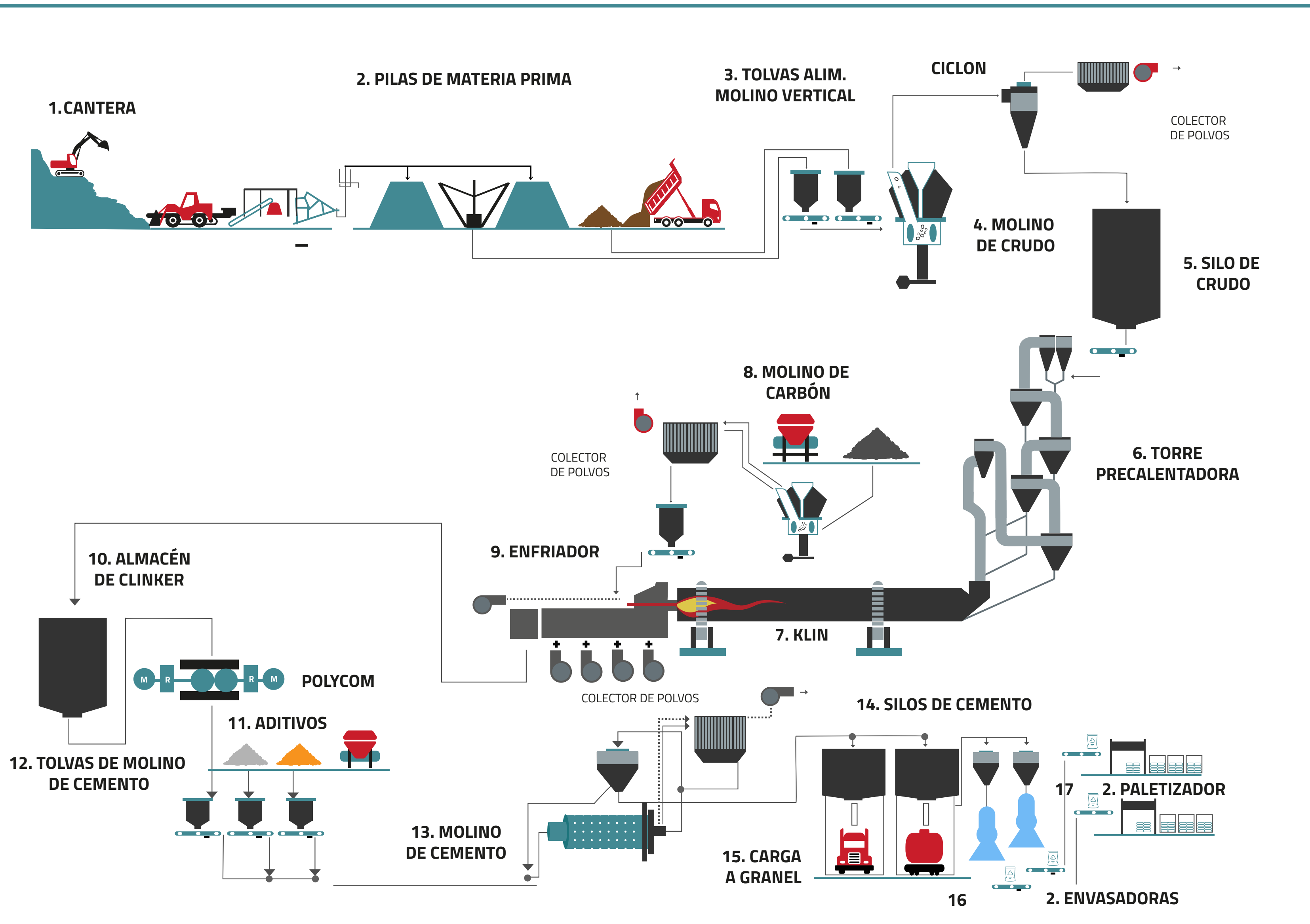
Del almacenamiento de Clínter (bunker), el Clínter se transporta por banda transportadora a un edificio en donde se mezcla con aditivos (yeso, puzolana, caliza, entre otros). La mezcla de clínker con aditivos pasa a un molino de bolas que cuenta con un colector de partículas.

#### Etapa 7. Envase.

Del molino de bolas de la etapa anterior, el cemento es almacenado en un silo y enviado por medio de bandas transportadoras al silo de almacenamiento de cemento para su despacho en saco.

No se generan **coproductos** en la fabricación del cemento CPC 30 RS.

**PROCESO DE FABRICACIÓN DEL CEMENTO**



**Figura 3.** Diagrama de flujo a detalle del proceso de manufactura

## 5. RCP para el Análisis de Ciclo de Vida (ACV)



### 5.5 Criterios de corte

#### Suposiciones relevantes de datos secundarios

Se realizaron suposiciones para el diseño de los diferentes escenarios asociados al fin de vida del cemento, módulos C1) Desconstrucción - demolición, C2) Transporte, C3) Procesamiento de residuos, C4) Disposición y D) Potencial de reúso, reciclaje o recuperación de energía en el futuro, basados principalmente en estadísticas del sector construcción, equipos y maquinarias utilizadas comúnmente para procesos de demolición y la normatividad de México, así como el cálculo promedio de distancias.

En la tabla 4 que se presenta a continuación se podrá observar mayor detalle de lo contemplado en cada módulo.

### 5.6 Criterios de corte

El documento de RCP establece que deben incluirse en el Inventario de Ciclo de Vida (ICV) un mínimo del 99% del total de flujos (materia y energía) en los módulos A1, A2 y A3, (EPD, 2021).

Con la finalidad de incluir los datos relevantes, se cumplió con el mínimo establecido por el RCP dejando fuera del alcance de este estudio, la infraestructura de la compañía, las actividades relacionadas con el transporte de empleados, actividades administrativas desarrolladas por los empleados, elementos de protección personal usados por los trabajadores, así como los insumos usados para mantenimientos correctivos y preventivos.

Para el consumo eléctrico requerido en la manufactura de los cementos se consideró un criterio de corte del 99% de la electricidad reportada, toda vez que el 1% de esta energía corresponde a actividades administrativas dentro de la planta.

### 5.7 Asignaciones

En el presente estudio no se aplicaron procesos de asignación.

| Escenarios de fin de vida      | C1 Demolición o desconstrucción   | C2 Transporte de residuos  | C3 Tratamiento de residuos   | C4 Eliminación de residuos  | D cargas y beneficios netos  |
|--------------------------------|---|--|--|---|--|
| <b>Reciclaje (46%)</b>         | El concreto producto de la demolición de las edificaciones se aprovecha mediante tratamiento. | Camiones de más de 32 toneladas de capacidad con un promedio de distancia de 251 km a centros de acopio.   | Se recicla hasta el <b>46%</b> del concreto generado en los residuos de demolición y construcción (RCD) a nivel nacional.<br><br><b>Fuentes:</b> <i>Diagnostico Básico para la Gestión Integral de Residuos, pp 116, (SEMARNAT, 2020). Sitio web oficial, Concretos Reciclados, 2022</i> | NA  | Reciclaje de residuos de concreto para la generación de concreto reciclado. Los beneficios netos están asociados a dejar de producir concreto. |
| <b>Disposición final (54%)</b> | El concreto producto de la demolición de las edificaciones se elimina.                        | Camiones de más de 32 toneladas de capacidad con un promedio de distancia de 251 km a rellenos sanitarios. | NA   | Cerca del <b>54%</b> del concreto generado en los residuos de demolición y construcción (RCD) no se recicla y se envía a disposición final. | Disposición final del concreto en relleno sanitario.   |

## 5. RCP para el Análisis de Ciclo de Vida (ACV)

### 5.8 Representatividad temporal

El año 2021, fue el año de recopilación de información. Los datos fueron obtenidos de registros de Cementos Fortaleza, reportando el consumo de materias primas y energía, así como la distancia, origen y el tipo de transporte de los insumos requeridos para fabricación del cemento CPC 30 RS.

### 5.9 Análisis de la calidad de los datos

De acuerdo con la ISO 14044-2008, debe especificar los requisitos de calidad de los datos para poder cumplir con el objetivo y con el alcance del ACV.

El análisis de calidad de datos medidos y recopilados fue realizado para los siguientes requisitos:

- |   |                            |                                |
|---|----------------------------|--------------------------------|
| <b>a)</b> Tiempo                          | <b>b)</b> Geografía        | <b>c)</b> Tecnología           |
| <b>d)</b> Precisión                       | <b>e)</b> Integridad       | <b>f)</b> Representatividad    |
| <b>g)</b> Coherencia                      | <b>h)</b> Reproducibilidad | <b>i)</b> Fuentes de los datos |
| <b>J)</b> Incertidumbre de la información |                            |                                |

A continuación se presenta la escala de incertidumbre de los datos:

**Baja:** La cobertura temporal es acorde con el año de referencia del estudio. Tanto la geografía como la tecnología de donde proviene el dato son acordes con el proceso de Cementos Fortaleza®.

**Media:** Uno de los tres atributos (cobertura temporal, geográfica y tecnológica) no es acorde con el año de referencia del estudio o el proceso de Cementos Fortaleza®.

**Alta:** Dos o más de los tres atributos (cobertura temporal, geográfica

y tecnológica) no son acordes con el año de referencia del estudio o el proceso de Cementos Fortaleza®.

El resumen de la calidad de los datos se muestra en las siguientes tablas:

| Requisito de calidad de datos<br>dato   | Cobertura temporal | Cobertura geográfica                      | Cobertura tecnológica | Precisión | Integridad | Representatividad               | Coherencia | Reproducibilidad | Fuentes de la información            | Medido o estimado | Escala de Incertidumbre |
|---|--------------------|---|-----------------------|-----------|------------|---------------------------------|------------|------------------|--------------------------------------|-------------------|-------------------------|
| Energía, emisiones, residuos y combustibles y consumo de materias primas para la fabricación del cemento CPC 30 RS. | 2020-2021          | México<br>Promedio mundial excepto Europa | Moderna               | ✓         | ✓          | ✓                               | ✓          | ✓                | Cementos Fortaleza®<br>Ecoinvent 3.8 | M&E               | Media                   |
| Consumo de materias primas para la fabricación del cemento CPC 30 RS. Gas L.P.                                      | 2021               | Promedio mundial excepto Europa           | Moderna               | ✓         | ✓          | ✓                               | ✓          | ✓                | Cementos Fortaleza®<br>Ecoinvent 3.8 | M                 | Baja                    |
| Consumo de energía eléctrica  | 2021               | México                                    | Moderna               | ✓         | ✓          | ✓                               | ✓          | ✓                | Cementos Fortaleza®<br>Ecoinvent 3.8 | M                 | Baja                    |
| Consumo de energía ciclo combinado  | 2019-2021          | Promedio mundial Excepto Europa           | Moderna               | ✓         | ✓          | Promedio mundial Excepto Europa | ✓          | ✓                | Cementos Fortaleza®<br>Ecoinvent 3.8 | M&E               | Media                   |

## 5. RCP para el Análisis de Ciclo de Vida (ACV)

| Requisito de calidad de datos                                    | Cobertura temporal | Cobertura geográfica            | Cobertura tecnológica | Precisión | Integridad | Representatividad | Coherencia | Reproducibilidad | Fuentes de la información         | Medido o estimado | Incertidumbre |
|--|--------------------|---------------------------------|-----------------------|-----------|------------|-------------------|------------|------------------|-----------------------------------|-------------------|---------------|
| Distancia y tipo de transporte de materias primas                | 2021               | Otros países y México           | Moderna               | ✓         | ✓          | ✓                 | ✓          | ✓                | Cementos Fortaleza® Ecoinvent 3.8 | M&E               | Baja          |
| Consumo de combustibles movimientos internos (diésel y gasolina) | 2021               | Promedio mundial Excepto Europa | Promedio Global       | ✓         | ✓          | Promedio Global   | ✓          | ✓                | Cementos Fortaleza® Ecoinvent 3.8 | M&E               | Baja          |

Tabla 6. Resumen de la calidad de datos para el módulo A2) Transporte

| Requisito de calidad de datos  | Cobertura temporal | Cobertura geográfica            | Cobertura tecnológica           | Precisión | Integridad | Representatividad               | Coherencia | Reproducibilidad | Fuentes de la información         | Medido o estimado | Incertidumbre |
|--|--------------------|---------------------------------|---------------------------------|-----------|------------|---------------------------------|------------|------------------|-----------------------------------|-------------------|---------------|
| Consumo de materiales auxiliares usados durante la manufactura                             | 2021               | Promedio mundial excepto Europa | Promedio mundial excepto Europa | ✓         | ✓          | Promedio mundial excepto Europa | ✓          | ✓                | Cementos Fortaleza® Ecoinvent 3.8 | M&E               | Baja          |
| Emissiones al aire   | 2021               | México                          | Moderna                         | ✓         | ✓          | ✓                               | ✓          | ✓                | Cementos Fortaleza®               | M                 | Baja          |
| Generación de residuos   | 2021               | México                          | Moderna                         | ✓         | ✓          | ✓                               | ✓          | ✓                | Cementos Fortaleza®               | M                 | Baja          |
| Procesos de tratamiento de residuos, consumos de materiales y energía relacionados.        | 2021               | México                          | México                          | ✓         | ✓          | México                          | ✓          | ✓                | Cementos Fortaleza®               | M                 | Baja          |
| Distancia y tipo de transporte de residuos hacia el sitio de disposición final y reciclaje | 2021               | México                          | Moderna                         | ✓         | ✓          | ✓                               | ✓          | ✓                | Cementos Fortaleza® Ecoinvent 3.8 | M&E               | Baja          |

M&E: Medido y Estimado, M: Medido, E: Estimado

Tabla 7. Resumen de la calidad de datos para el módulo A3) Manufactura

# 6. DESEMPEÑO AMBIENTAL



Gráfica 1. Huella ambiental de 1,000 kg de Cemento CPC 30 RS

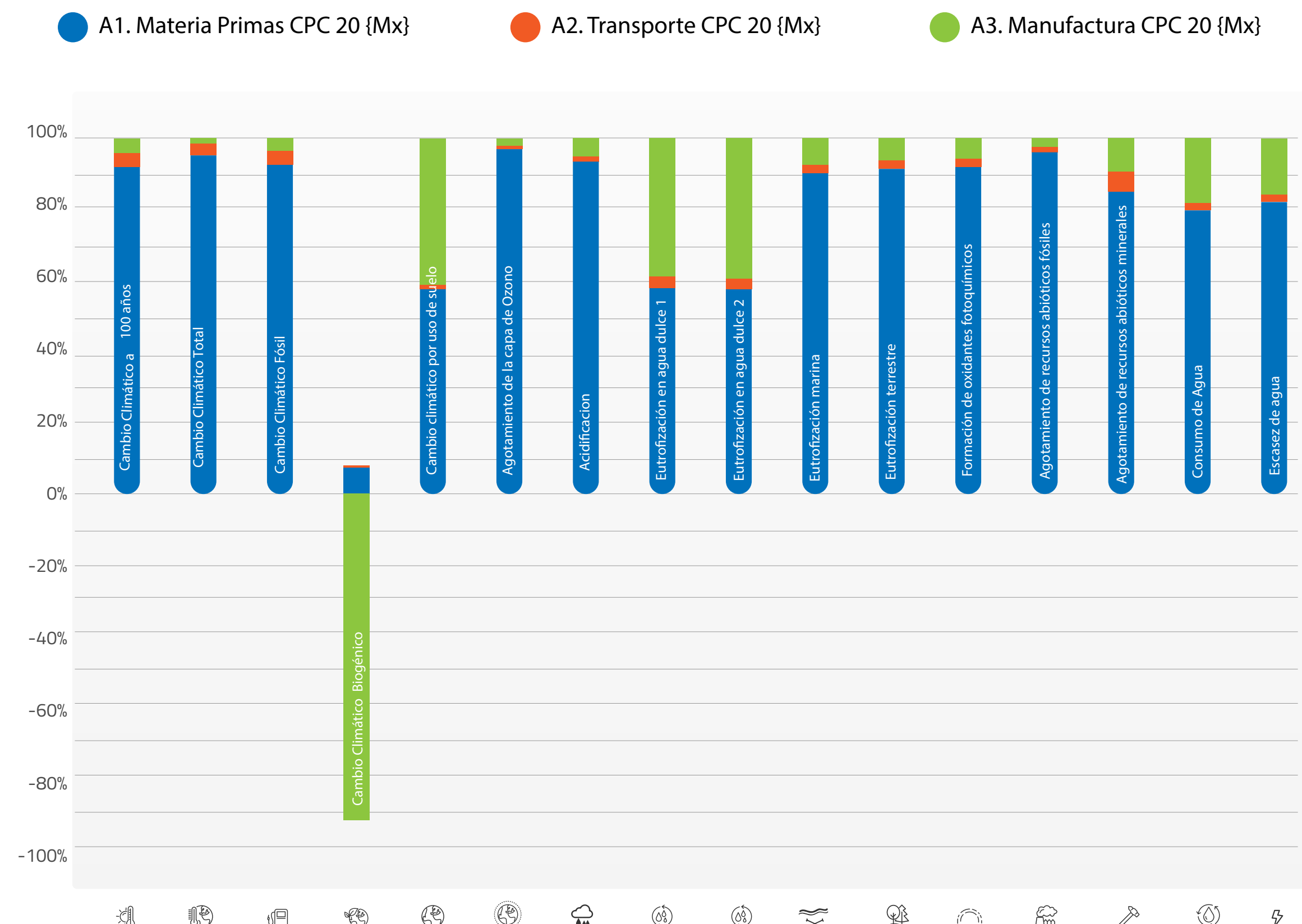
Se presentan los resultados para los parámetros básicos de impacto ambiental obtenidos mediante el método EN 15804:2012+A2:2019 "Method V1.02 / EF 3.0 normalization and weighting set (PRé-Sustainability, 2021)" implementado en el software SimaPro 9.3.0.3.

## 6.1 Huella ambiental del Cemento CPC 30 RS

Como se puede ver en la Gráfica 1 se reporta los impactos ambientales potenciales del producto en los módulos de alcance de cuna a puerta A1-A3, sin incluir los resultados relacionados con los módulos adicionales C1-C4 y D, que según la EN 15804:2012+A2:2019, deberán ser reportados de manera independiente y sin graficarse.

Podemos identificar que en su gran mayoría los impactos más elevados se encuentran en la obtención de materias primas, sin embargo, la etapa de manufactura contribuye en algunas categorías de impacto con porcentajes mayores al 40%.

En el caso de la etapa de obtención de materias primas, podemos observar impactos mayores al 90% en las categorías de "cambio climático (GWP, total, fósil)", "agotamiento de la capa de Ozono" y "acidificación". Esto está estrechamente relacionado con la cantidad de electricidad requerida y la combustión y obtención del gas natural utilizado para la planta de ciclo combinado, asimismo, la calcinación del Clínker es otro factor; en ambos casos se tienen contribuciones a fenómenos atmosféricos como el cambio climático y el agotamiento de la capa de Ozono.



# 6. DESEMPEÑO AMBIENTAL

Por otro lado, en el caso de la etapa de manufactura los impactos en categorías como consumo de agua y eutrofización, están asociados al empaque del producto terminado, específicamente en el proceso de la celulosa, el cual necesita consumos de agua importantes y genera efluentes que modifican las condiciones de la calidad del agua. Para el caso de la categoría de Cambio climático-biogénico se observan contribuciones por debajo del eje, esto se debe a que algunos insumos como las tarimas de madera tienen un impacto positivo que mitiga los efectos de cambio climático gracias a la captura y almacenamiento de carbono en la madera.



**i** Tabla 8. Huella ambiental de 1,000 kg de Cemento CPC 30 RS.

| Categorías de impacto básicas                             | Unidad      | CPC 30 RS                                 |                                      |                                       | Total, A1-A3 |
|---|-------------|---|--------------------------------------|---------------------------------------|--------------|
|   |             | A1) Materias primas CPC 30 RS {Mx}   2022 | A2) Transporte CPC 30 RS {Mx}   2022 | A3) Manufactura CPC 30 RS {Mx}   2022 |              |
| Cambio climático - GWP                                    | kg CO2 eq   | 8.73E+01                                  | 3.33E+00                             | 3.70E+00                              | 9.44E+01     |
|   | %           | 92.55%                                    | 3.53%                                | 3.92%                                 | 100.00%      |
| Cambio climático - total                                  | kg CO2 eq   | 8.89E+01                                  | 3.36E+00                             | 1.32E+00                              | 9.36E+01     |
|   | %           | 95.01%                                    | 3.59%                                | 1.41%                                 | 100.00%      |
| Cambio climático-fósil                                    | kgZ CO2 eq  | 8.87E+01                                  | 3.35E+00                             | 3.57E+00                              | 9.56E+01     |
|   | %           | 92.76%                                    | 3.51%                                | 3.73%                                 | 100.00%      |
| Cambio climático-biogénico                                | kg CO2 eq   | 1.55E-01                                  | 1.99E-03                             | -2.34E+00                             | -2.18E+00    |
|   | %           | 6.23%                                     | 0.08%                                | -93.69%                               | 100.00%      |
| Cambio climático-uso del suelo y cambio del uso del suelo | kg CO2 eq   | 8.27E-02                                  | 1.53E-03                             | 5.90E-02                              | 1.43E-01     |
|   | %           | 57.75%                                    | 1.07%                                | 41.19%                                | 100.00%      |
| Agotamiento de la capa de ozono                           | kg CFC11 eq | 5.08E-05                                  | 7.31E-07                             | 9.34E-07                              | 5.25E-05     |
|   | %           | 96.83%                                    | 1.39%                                | 1.78%                                 | 100.00%      |
| Acidificación   | mol H+ eq   | 5.50E-01                                  | 1.03E-02                             | 2.67E-02                              | 5.87E-01     |
|   | %           | 93.71%                                    | 1.75%                                | 4.54%                                 | 100.00%      |
| Eutrofización en agua dulce 1                             | kg P eq     | 5.25E-03                                  | 2.72E-04                             | 3.58E-03                              | 9.10E-03     |
|   | %           | 57.71%                                    | 2.99%                                | 39.31%                                | 100.00%      |
| Eutrofización en agua dulce 2                             | kg PO4 eq   | 1.61E-02                                  | 8.36E-04                             | 1.10E-02                              | 2.80E-02     |
|   | %           | 57.71%                                    | 2.99%                                | 39.31%                                | 100.00%      |
| Eutrofización en agua marina                              | kg N eq     | 9.52E-02                                  | 2.12E-03                             | 7.56E-03                              | 1.05E-01     |
|   | %           | 90.77%                                    | 2.02%                                | 7.21%                                 | 100.00%      |
| Eutrofización terrestre                                   | mol N eq    | 1.09E+00                                  | 2.31E-02                             | 7.36E-02                              | 1.19E+00     |
|   | %           | 91.88%                                    | 1.94%                                | 6.18%                                 | 100.00%      |
| Formación de ozono fotoquímico                            | kg NMVOC eq | 3.60E-01                                  | 8.75E-03                             | 2.08E-02                              | 3.90E-01     |
|   | %           | 92.41%                                    | 2.24%                                | 5.35%                                 | 100.00%      |
| Agotamiento de recursos abióticos-combustibles fósiles    | MJ          | 3.60E+03                                  | 5.04E+01                             | 8.52E+01                              | 3.73E+03     |
|   | %           | 96.37%                                    | 1.35%                                | 2.28%                                 | 100.00%      |
| Agotamiento de los recursos abióticos-minerales y metales | kg Sb eq    | 1.83E-04                                  | 1.24E-05                             | 2.00E-05                              | 2.16E-04     |
|   | %           | 85.01%                                    | 5.74%                                | 9.25%                                 | 100.00%      |
| Consumo de agua   | m3 depriv.  | 7.56E+00                                  | 1.91E-01                             | 1.74E+00                              | 9.50E+00     |
|   | %           | 79.65%                                    | 2.01%                                | 18.34%                                | 100.00%      |
| Escasez de agua   | m3H2Oeq     | 5.71E-01                                  | 1.38E-02                             | 1.10E-01                              | 6.95E-01     |
|   | %           | 82.17%                                    | 1.98%                                | 15.85%                                | 100.00%      |



# 6. DESEMPEÑO AMBIENTAL

## 6.2 Huella ambiental del fin de vida del cemento CPC-30 RS, módulos C1-C4 y D.

En este apartado se presentan los resultados de la huella ambiental del fin de vida para los escenarios adicionales propuestos y construidos bajo estadísticas e información consultada sobre el comportamiento del sector de la construcción en México (SEMARNAT, 2020), (SEMARNAT, 2006). Estos escenarios muestran los resultados para 1,000 kg de cemento CPC 30 RS contenidos en residuos de concreto y que son generados a partir de la demolición de una edificación (Concretos Reciclados, 2021), (Escobar, 2018) (Maya Rojas, 2019).

| C1-C4,D ESCENARIO DE FIN DE VIDA COMBINADO                |             |                   |                           |                            |                            | D                            |
|---|-------------|-------------------|---------------------------|----------------------------|----------------------------|------------------------------|
| Categoría de impacto                                      | Unidad      | C1 Deconstrucción | C2 Transporte de residuos | C3 Tratamiento de residuos | C4 Eliminación de residuos | D) Cargas y beneficios netos |
| Cambio climático- GWP100                                  | kg CO2-eq   | 1.11E+03          | 2.23E+01                  | 1.83E+00                   | 6.63E+00                   | 5.05E+02                     |
| Cambio climático - total                                  | kg CO2 eq   | 1.14E+03          | 2.25E+01                  | 1.85E+00                   | 6.73E+00                   | 5.15E+02                     |
| Cambio climático-fósil                                    | kg CO2 eq   | 1.13E+03          | 2.25E+01                  | 1.85E+00                   | 6.71E+00                   | 5.12E+02                     |
| Cambio climático-biogénico                                | kg CO2 eq   | 2.37E+00          | 1.68E-02                  | 6.52E-04                   | 8.02E-03                   | 2.99E+00                     |
| Cambio climático-uso del suelo y cambio del uso del suelo | kg CO2 eq   | 2.98E-01          | 8.74E-03                  | 1.84E-04                   | 1.41E-02                   | 5.81E-01                     |
| Agotamiento de la capa de ozono                           | kg CFC11 eq | 2.05E-03          | 5.29E-06                  | 3.95E-07                   | 1.94E-06                   | 4.29E-04                     |
| Acidificación   | mol H+ eq   | 1.43E+01          | 7.33E-02                  | 1.92E-02                   | 5.99E-02                   | 3.83E+00                     |
| Eutrofización en agua dulce 1                             | kg P eq     | 7.04E-02          | 1.69E-03                  | 5.73E-05                   | 5.04E-04                   | 4.80E-02                     |
| Eutrofización en agua dulce 2                             | kg PO4 eq   | 2.16E-01          | 5.20E-03                  | 1.76E-04                   | 1.55E-03                   | 1.47E-01                     |
| Eutrofización en agua marina                              | kg N eq     | 1.70E+00          | 1.64E-02                  | 8.51E-03                   | 2.31E-02                   | 6.31E-01                     |
| Eutrofización terrestre                                   | mol N eq    | 1.86E+01          | 1.79E-01                  | 9.32E-02                   | 2.53E-01                   | 6.99E+00                     |
| Formación de ozono fotoquímico                            | kg NMVOC eq | 7.84E+00          | 6.92E-02                  | 2.56E-02                   | 7.15E-02                   | 2.44E+00                     |
| Agotamiento de recursos abióticos-combustibles fósiles    | MJ          | 1.23E+05          | 3.59E+02                  | 2.54E+01                   | 1.34E+02                   | 2.66E+04                     |
| Agotamiento de los recursos abióticos-minerales y metales | kg Sb eq    | 1.22E-03          | 5.35E-05                  | 9.51E-07                   | 1.37E-05                   | 1.50E-03                     |
| Consumo de agua   | m3 depriv.  | 1.60E+01          | 1.37E+00                  | 3.97E-02                   | 3.73E+00                   | 3.27E+01                     |
| Escasez de agua   | m3H2Oeq     | 1.96E+01          | 9.06E-01                  | 2.92E-02                   | 1.83E+00                   | 2.34E+01                     |

**i** Tabla 9 Huella ambiental del fin de vida del Cemento CPC 30 RS, módulos C1-C4 y D

# 6. DESEMPEÑO AMBIENTAL

## 6.3 Desempeño ambiental por uso de recursos

Los parámetros que describen el uso de los recursos se evaluaron con el método de la demanda energética acumulada versión 1.11 (Frischknecht et al. 2007), excepto el indicador de uso de agua dulce neta que se evaluó con la versión 1.06 de Recipe 2016 Midpoint (H) (Huijbregts et al. 2017).

La descripción detallada del uso de los recursos se presenta en la siguiente tabla.

| Indicadores que describen el uso de recursos  | Unidad         | A1) Materias primas | A2) Transporte | A3) Manufactura | Total, A1-A3 |
|---|----------------|---------------------|----------------|-----------------|--------------|
| Uso de energía primaria renovable excluyendo los recursos de energía primaria renovable utilizada como materia prima.               | MJ             | 1.79E+01            | 6.29E-01       | 1.00E+02        | 1.19E+02     |
| Uso de energía primaria renovable utilizada como materia prima  | MJ             | 0.00E+00            | 0.00E+00       | 0.00E+00        | 0.00E+00     |
| Uso total de energía primaria renovable (energía primaria y recursos de energía primaria renovable utilizada como materia prima)    | MJ             | 1.79E+01            | 6.29E-01       | 1.00E+02        | 1.19E+02     |
| Uso de energía primaria no renovable, excluyendo los recursos de energía primaria no renovable utilizada como materia prima         | MJ             | 3.86E+03            | 5.35E+01       | 9.10E+01        | 4.00E+03     |
| Uso de la energía primaria no renovable utilizada como materia prima  | MJ             | 0.00E+00            | 0.00E+00       | 0.00E+00        | 0.00E+00     |
| Uso total de energía primaria no renovable (energía primaria y recursos de energía primaria renovable utilizada como materia prima) | MJ             | 3.86E+03            | 5.35E+01       | 9.10E+01        | 4.00E+03     |
| Uso de materiales secundarios   | kg             | 0.00E+00            | 0.00E+00       | 0.00E+00        | 0.00E+00     |
| Uso de combustibles secundarios renovables  | MJ             | 0.00E+00            | 0.00E+00       | 0.00E+00        | 0.00E+00     |
| Uso de combustibles secundarios no renovables   | MJ             | 0.00E+00            | 0.00E+00       | 0.00E+00        | 0.00E+00     |
| Uso neto de recursos de agua dulce  | m <sup>3</sup> | 2.69E-01            | 6.27E-03       | 4.93E-02        | 3.24E-01     |

Tabla 10. Indicadores que describen el uso de recursos de Cemento CPC 30 RS

## 6.4 Generación de residuos y flujos de salida



Los indicadores ambientales que describen la generación de residuos se calcularon utilizando el método EDIP 2003 y se muestran en la Tabla 12 (Hauschild y Potting, 2005).

| Parámetros que describen las categorías de residuos, flujos de salida y energía | Unidad | A1) Materias primas | A2) Transporte | A3) Manufactura | Total, A1-A3 |
|---|--------|---------------------|----------------|-----------------|--------------|
| Disposición final de residuos peligrosos  | kg     | 1.98E-03            | 1.32E-04       | 3.76E-04        | 2.49E-03     |
| Disposicion final de Residuos no peligrosos                                     | kg     | 1.08E+01            | 3.06E+00       | 6.31E-01        | 1.45E+01     |
| Disposicion final de Residuos radiactivos                                       | kg     | 2.00E-02            | 3.27E-04       | 3.87E-04        | 2.07E-02     |
| Componentes para su reutilización   | kg     | 0.00E+00            | 0.00E+00       | 0.00E+00        | 0.00E+00     |
| Materiales para el reciclaje  | kg     | 0.00E+00            | 0.00E+00       | 0.00E+00        | 0.00E+00     |
| Materiales para valorización energética (recuperación de energía)               | kg     | 0.00E+00            | 0.00E+00       | 0.00E+00        | 0.00E+00     |
| Energía exportada   | MJ     | 0.00E+00            | 0.00E+00       | 0.00E+00        | 0.00E+00     |



Tabla 11. Indicadores de residuos, flujos de salida y energía de 1,000 kg de cemento CPC 30 RS.

# 7. VERIFICACIÓN Y REGISTRO

CEN STANDARD EN 15804 SERVED AS THE CORE PCR

|  |   |
|--|---|
| Programa   |  EPD®<br><small>THE INTERNATIONAL EPD® SYSTEM</small> International EPD® System<br><a href="http://www.environdec.com">www.environdec.com</a>   |
| Programa operador  |  EPD®<br><small>LATIN AMERICA</small> DAP registrada en el programa regional/hub:<br>EPD Latin America <a href="http://www.epdlatinamerica.com">www.epdlatinamerica.com</a><br><br>EPD International AB<br>Box 210 60<br>SE-100 31 Stockholm, Sweden<br><br>Latin American Hub of the International EPD® System<br>Chile: Alonso de Ercilla 2996, Ñuñoa, Santiago Chile.<br>Mexico: Bosques De Bohemia 2 No. 9, Bosques del Lago. Cuautitlan Izcalli, Estado de México, México. C.P. 54766 <a href="http://www.centroacv.mx">www.centroacv.mx</a> |
| No. Registro de DAP:   | S-P-08524: Cemento Portland CPC 30 RS   |
| Fecha de Validex:  | 2028/05/26  |
| Fecha de publicación:  | 2023/05/26  |
| Representatividad temporal de los datos:   | 2021  |
| Ubicación geográfica:  | México  |
| Plantas consideradas en el ACV:  | Planta Tula, Municipio de Atotonilco de Tula, Estado de Hidalgo.  |
| RCP:   | PCR 2019:14 Construction products (EN 15804:A2) (v 1.11)*   |
| Código CPC:  | UN CPC 374 Plaster, lime and cement   |
| Moderador del PCR:   | Martin Erlandsson, IVL Swedish Environmental Research Institute, <a href="mailto:martin.erlandsson@ivl.se">martin.erlandsson@ivl.se</a>   |
| La revisión de la PCR fue realizada por:   | The Technical Committee of the International EPD® System. Chair:<br>Contact via   |
| Verificación independiente de los datos de la DAP según ISO 14025:2006   | <input type="checkbox"/> DAP Proceso de certificación (Interna)<br><br><input checked="" type="checkbox"/> DAP Verificación (Externa)   |
| Verificador de tercera parte:  | Francisco J. Campo Rámila, <a href="mailto:f.campo@ik-ingenieria.com">f.campo@ik-ingenieria.com</a>   |
| Aprobado por:  |   |
| El procedimiento de seguimiento durante la validez de la DAP implica la participación de un Verificador de tercera parte | <input checked="" type="checkbox"/> Si<br><br><input type="checkbox"/> No   |

# 8. INFORMACIÓN DE CONTACTO

| ANÁLISIS DE CICLO DE VIDA   |   |   |
|---|---|---|
| PROPIETARIO   | AUTOR ACV   | ADMINISTRADOR DE PROGRAMA   |
|  <p>Trituradora y Procesadora de Materiales Santa Anita, S.A. de C.V.</p> <p>Avenida Paseo de las Palmas No. 781, piso 7 Carso Palmas, Col. Lomas de Chapultepec 3ª Sección, C.P. 11000, Alcaldía Miguel Hidalgo, Ciudad de México.</p> <p><a href="https://www.cementosfortaleza.com/">https://www.cementosfortaleza.com/</a><br/>           Persona de contacto:<br/>           Lucia Lopez García<br/>           llopezg@cementosfortaleza.com</p> |  <p>Centro de Análisis de Ciclo de Vida y Diseño Sustentable – CADIS<br/>           Bosques De Bohemia 2 No. 9, Bosques del Lago. Cuautitlan Izcalli, Estado de México, México.<br/>           C.P. 54766<br/> <a href="http://www.centroacv.mx">www.centroacv.mx</a></p> <p>Estudio ACV: Metodología de análisis de Ciclo de Vida del Cemento Compuesto Portland CPC 30 RS</p> <p>Autores de ACV:<br/>           Luque Claudia,<br/>           René García Sánchez.</p> <p>Persona de contacto:<br/>           Juan Pablo Chargoy<br/>           jpchargoy@centroacv.mx</p> |  <p>EPD International AB</p> <p>Box 210 60, SE-100 31, Stockholm, Sweden.<br/> <a href="http://www.environdec.com">www.environdec.com</a><br/> <a href="mailto:info@environdec.com">info@environdec.com</a></p> <p>DAP registrado a través del programa/centro regional totalmente alineado</p>  <p>EPD Latin America<br/> <a href="http://www.epd-latinamerica.com">www.epd-latinamerica.com</a></p> <p>Chile:<br/>           Alonso de Ercilla 2996, Ñuñoa, Santiago Chile.</p> <p>México:<br/>           Av. Convento de Actopan 24 Int. 7A, Colonia Jardines de Santa Mónica, Tlalnepantla de Baz, Estado de México, México, C.P. 54050</p> |

# 9. REFERENCIAS



ISO 14020:2000(es) Etiquetas y declaraciones ambientales — Principios generales

ISO 14025:2006(es) Etiquetas y declaraciones ambientales — Declaraciones ambientales tipo III — Principios y procedimientos

EN 15804:2012+A2:2019 Sostenibilidad en la construcción. Declaraciones ambientales de producto.

Cementos Fortaleza. (2021). Hoja Técnica de Seguridad del Material. Cemento.

Cementos Fortaleza. (2021). Informe anual integrado. México.

Cementos Fortaleza. (2022). Cementos Fortaleza. Historia. Obtenido de <https://www.cementosfortaleza.com/historia>

Concretos Reciclados. (2021). Concretos Reciclados Oficial. Obtenido de <http://www.concretosreciclados.com.mx/>

Escobar, A. C. (2018). Metodología de selección de la técnica de demolición según el tipo de edificación.

Maya Rojas, O. M. (2019). Análisis técnico económico para el uso de alternativas de demolición en el edificio no. 19 de la PUJ .

PCR 2019:14 Construction Products V 1.11. (05 de 02 de 2021). EPD System. Obtenido de <https://www.environdec.com/>

PRé Consultants. (2010). Data base manual. Methods library. Recuperado el 20 de abril de 2010, de <http://www.pre.nl/download/manuals/DatabaseManualMethods.pdf>

SEMARNAT. (2006). Norma ambiental para el Distrito Federal NADF-007-RNAT-2004. Secretaria del Medio Ambiente y Recursos Naturales, Ciudad de México.

SEMARNAT. (2020). Diagnostico Basico para la Gestión Integral de Residuos. México.