PROTOCOLO:
PROCESAMIENTO, AGREGACIÓN Y VALIDACIÓN DE DATOS
para sMRV FICEM

VERSIÓN	04
FECHA	20-02-2023

I. ANTECEDENTES

1. La Federación Interamericana del Cemento (FICEM) representa a la gran mayoría de las empresas productoras, institutos y asociaciones de cemento en América Latina, El Caribe, España y Portugal. FICEM tiene como función la divulgación y fortalecimiento entre los socios de los enunciados de la agenda global del cemento, tales como la protección del clima, la eficiencia energética, la sustitución del uso de combustibles fósiles y las buenas prácticas en seguridad industrial y salud ocupacional.

2. FICEM ha tenido como uno de sus ejes de trabajo la "Sostenibilidad de la Industria", entendiendo que el beneficio ambiental es un valor para toda nuestra sociedad, y además con la convicción que el uso del cemento en estos nuevos tiempos es una de las soluciones más eficientes para la adaptación requerida al cambio climático. Por lo anterior, es necesario que las emisiones de CO_{2eq} se encuentren bajo los compromisos globales de niveles de emisión. Niveles que buscan evitar que la tierra aumente su temperatura en más de 2°C con respecto a la era preindustrial. El desafío aquí planteado encuentra como referente mundial a CSI "Cement Sustainability Initiative" y más específicamente su denominado Roadmap 2009 y su actualización 2018, que, en conjunto con la Agencia Internacional de Energía, definieron los potenciales de reducción de emisiones de CO_{2eq} en la producción de cemento presente y futura.
   En ese contexto y considerando los objetivos mundiales para la sostenibilidad (ODS), los desafíos del acuerdo de París (COP21) y la Iniciativa para la Sostenibilidad del Cemento (CSI), FICEM en conjunto con la industria Latinoamericana ha desarrollado su Hoja de Ruta para promover e impulsar el liderazgo del cemento en la mitigación y adaptación al cambio climático.

3. La Hoja de Ruta FICEM es el compromiso de la industria cementera Latinoamericana, en la reducción de emisiones de CO_2 hacia una economía baja

en carbono y la promoción del uso del cemento, como solución a las necesidades de mitigación y adaptación a los efectos del cambio climático.

4. FICEM en el marco de su Hoja de Ruta, y con el fin de facilitar a sus asociados el cumplimiento, tanto de las obligaciones y compromisos relacionados con las acciones de mitigación de emisiones de GEI, como de las acciones tendientes a la adaptación al Cambio Climático, requiere contar con información de la forma más clara y precisa acerca de sus propios procesos y resultados comparados entre sí; y contrastables con referencias internacionales.

5. Para asumir compromisos a nivel de los países involucrados, se requiere contar con información correcta, clara y veraz sobre niveles base y proyecciones de sus procesos industriales, materias primas e insumos utilizados para la producción de Clinker y cemento, así como las emisiones estimadas de CO_2, por tanto, la información debe manejarse bajo los principios de Relevancia, Amplitud, Representatividad, Consistencia, Transparencia y Precisión. Sobre la base de los mismos principios ya indicados, FICEM podrá establecer unidades mínimas de agregación como pueden ser grupos de países o subregiones, los que deben contar con condiciones similares para su análisis, las cuales se denominarán Macrozonas. Los datos de un país dentro de una macrozona solo podrán ser desagregados con el acuerdo unánime de las partes adherentes a la hoja de ruta de dicho país.

6. Que el presente Protocolo tiene como objeto lograr la coordinación y trabajo conjunto entre FICEM y la Entidad Externa de Validación (EEV) para contar con un procesamiento y consolidación de información relevante para los fines ambientales indicados, para elaborar los reportes con el fin de cumplir con lo indicado en los puntos 4 y 5 precedentes.

II. sMRV FICEM

El sMRV FICEM, es un sistema desarrollado por FICEM y de su exclusiva propiedad, como parte de las herramientas que contiene su Hoja de Ruta, que permite importar datos de FORMATO CSI CEMENT CO_2 AND ENERGY

PROTOCOL VERSIÓN 3.1 [1], consolidarlos en una base de datos relacional, adicionar datos de referencia, tales como hojas de ruta, estándar CSI, datos globales de GNR, datos globales del Banco Mundial, etc. y entregar un resumen consolidado para su visualización y análisis mediante herramientas de visualización y descubrimiento de datos.

Los datos consolidados a nivel País y/o Macrozona, comparan cada indicador con datos globales en las mismas unidades y con el mismo significado, lo cual permite tomar decisiones enfocándose en las medidas y acciones más eficientes desde el punto de vista técnico y ambiental.

Los principales procesos contenidos en la sMRV FICEM son los siguientes:

- Lectura de datos e Importación desde archivos CSI Protocol 3.1 .
- Homologación de unidades y cálculo de indicadores desde datos importados.
- Agregación de indicadores de planta a niveles superiores; país, Macrozona y/o región.
- Unión de indicadores calculados a datos de referencias internacionales (GNR, Banco Mundial, etc.).
- Generación de reportes ejecutivos por niveles de agregación y año de los indicadores clave de cada país y/o Macrozona.

III. PROTOCOLO

Se define el siguiente Protocolo de Procesamiento, Agregación y Validación de Datos como un instrumento que permita tomar datos relevantes, asociados a las medidas de mitigación de las emisiones de GEI de las distintas compañías, especialmente los contenidos en la Planilla CSI Cement $C0_2$ and Energy Protocol Versión 3.1., en adelante CSI protocol 3.1, proporcionados por las compañías participantes del proceso, validar el formato a través de una entidad externa, agregarlos, adicionar datos de referencia tales como hojas de ruta, estándar CSI, etc. y entregar resúmenes agregados para su visualización y análisis mediante informes y/o reportes.

[1] Puede visitarse en http://www.cement-co2-protocol.org/en/#Internet_Manual/quickstart.htm un completo manual en línea con el protocolo

IV. ETAPAS Y PROCEDIMIENTO

A continuación, se describen las Etapas y Procedimientos del presente Protocolo, se hace presente que la información se hará a través de los medios de interacción señalados en el Anexo 1, por otra parte, los pasos indicados se muestran, además, en un diagrama de flujo que se encuentra en el Anexo 2.

4.0 REUNIÓN DE APERTURA: Esta reunión tiene como fin, dar formalmente el inicio a las actividades del presente Protocolo, como fijar los alcances del proceso para las Compañías o País adherente y/o Macrozona, años que comprenderá la información, si se considerarán años no verificados, además de cualquier otro tema de carácter general que se considere necesario.

4.1 PREPARACIÓN Y ENVIO DE INFORMACION A LA EEV. Cada Compañía prepara los datos que desea analizar en el formato CSI protocol 3.1. y los remite a la EEV, vía correo electrónico que será determinado por la EEV para estos efectos, bajo los estándares de confidencialidad y seguridad necesarios para dichos fines.

4.2 RECEPCIÓN, VALIDACIÓN Y ENVIO DE INFORMACIÓN POR LA EEV a FICEM (PSEUDONOMIZACION). La EEV recibe la información indicada en el punto anterior, luego valida la presentación de dicha información, para luego entregárselos a FICEM. Además, seudonimiza aquellos datos o nombres propios que puedan permitir la identificación individual de una planta y Compañía.

4.3 AGREGACIÓN DE DATOS; GENERACIÓN DE REPORTES. Los datos recibidos por FICEM desde la EEV son cargados en el sMRV FICEM y obteniéndose una base de datos con información agregada de acuerdo a lo establecido en el punto 4.0.

4.4 VALIDACION DE REPORTE. La EEV recibe la información ponderada por parte de FICEM y valida que ella sea consistente con aquella que fue entregada a FICEM de acuerdo al punto 4.2

4.5 ENVIO DE REPORTE PRELIMINAR A FICEM. La EEV envía de manera preliminar el reporte a FICEM, paralelamente a la redacción del informe por parte del auditor.

4.6 INFORME DEL AUDITOR. La EEV procederá a emitir el Informe del Auditor donde declaran que se han cumplido con las etapas de este Protocolo y que los números basales que se han utilizado son aquellos que la EEV ha recibido de las distintas compañías. Este informe será remitido en forma exclusiva a FICEM. El alcance de la participación de la EEV abarca solo hasta este punto.

4.7 INFORMES sMRV FICEM. Luego del punto anterior, FICEM pondrá a disposición del proceso de elaboración de Hoja de Ruta País y/o Macrozona, los informes que sean necesarios de acuerdo a los antecedentes generados por el presente Protocolo.

5 CONFIDENCIALIDAD

De conformidad a lo expresado en el presente Protocolo, las partes acuerdan las siguientes obligaciones de confidencialidad.

1.- CONFIDENCIALIDAD. Ambas partes se comprometen a mantener en absoluta confidencialidad toda la información, política, procedimiento u operación suministrada por la otra parte y la obtenida durante la ejecución del presente Protocolo, ya sea verbal o escrita, así como toda la documentación recibida u obtenida por cualquier medio, a partir o con anterioridad a esta fecha. Por lo tanto, queda totalmente prohibida su transmisión o divulgación total o parcial a tercero(s), y su incumplimiento acarreará las consecuencias civiles o penales inherentes a la conducta realizada.

Ambas partes entienden que la única información que puede compartirse con motivo y ocasión del presente acuerdo es aquella de carácter técnico ambiental necesaria para el cumplimiento de los fines del presente Protocolo.

La presente cláusula de confidencialidad se hará extensiva a toda persona que, por motivo de trabajo, empleo, cargo, puesto o relación de negocios, tenga acceso a la misma por conducto de cualquiera de las partes.

Sin perjuicio de lo indicado, además se firmará un contrato de confidencialidad estándar entre PWC y cada compañía que les entregue antecedentes. Este contrato será canalizado a a través de FICEM para su proceso de firmas, a fin de mantener una sola contraparte para los fines administrativos indicados.

2.- PROPIEDAD INTELECTUAL. Ambas partes declaran que el Acuerdo por su naturaleza, contempla el acceso a archivos, obras, informes y documentos en general de la otra parte, y en consecuencia los derechos patrimoniales de autor son del EEV en el caso de la información entregada por esta parte; y los derechos patrimoniales de autor son de FICEM con relación a los procesos, herramientas e información que son parte de la Hoja de Ruta FICEM y del sMRV FICEM.

3.- DEBER DE RESERVA. Ambas partes se obligan a conservar la más estricta reserva respecto de los documentos y/o información suministrada por cada una a la otra. Para tal efecto deberá usar las medidas de seguridad que sean necesarias para manejar la Información Confidencial, manteniendo un grado de cuidado eficaz, igual al que guarda respecto de su propia información confidencial.
Las partes se abstendrán de revelar a cualquier título la Información Confidencial a personas distintas de sus empleados, contratistas y dependientes, y sólo para efectos de la ejecución del Protocolo. Cada parte, adoptará las medidas necesarias para instruir a tales personas acerca del cumplimiento de esta obligación.

En el evento que mediaren requerimientos o disposiciones legales o reglamentarias obligatorias para las Partes, la Parte requerida deberá notificar de inmediato tal circunstancia a la otra, en la medida que se encuentra expresamente autorizada para ello.

VI.- El presente Protocolo cuenta con los siguientes Complementos: 1) Medios de Interacción; 2) Diagrama de Procesos del Protocolo; 3) Reporte País o Macrozona; y 4) Definición de Indicadores.

CONTROL CAMBIOS VERSIÓN 04

FECHA	CAMBIO / MODIFICACION	MOTIVO / OBJETIVO
02-2023	Se modifica Anexo Complemento de Indicadores de Procesamiento, Consolidación y Validación de Datos (Versión 1.4)	Agregar la fórmula de cálculo del indicador para mayor claridad
06-2022	Se agrega actividad 4.5 ENVIO DE REPORTE PRELIMINAR A FICEM	Entrega información preliminar en paralelo a la redacción del informe auditor
06-2022	Se modifica el formato Complemento 2 Diagrama de Flujo	Incorporar en el diagrama la información de entrada, salida y responsable para cada actividad
06-2022	Se modifica el formato de Complemento 3 Reporte País y se incluyen los tipos de clínker correspondientes	Lograr mayor claridad y precisión en la utilización del protocolo
06-2022	Se modifica Complemento 3 en el indicador factor de emisión de combustibles, anteriormente buscaba los valores máximos y mínimos de cada combustible en forma individual, y ahora se considera el factor de emisión promedio de cada planta por separado	Mejorar la representatividad estadística del factor de emisión de los combustibles
06-2022	Se modifica Complemento 4 Definición de Indicadores, agregando los tipos de clínker	Documentar las definiciones de los distinto tipos de clínker
06-2022	Se modifica Complemento 4 Definición de indicadores incluyendo factor de emisión combustibles	Documentar la definición del indicador facto emisión combustibles

Declaración de Responsabilidad: El Protocolo y sus complementos son documentos de carácter general desarrollados por FICEM para el cumplimiento de sus fines propios y asociados a sus objetivos de apoyo en la elaboración y seguimiento de las Hojas de Ruta Regional y Locales. Esta información no puede ser usada directamente para tomar decisiones por los usuarios sin la asesoría correspondiente que identifique la realidad y riesgos particulares de cada usuario, por lo que FICEM sin mediar contrato no es, ni será responsable por el uso de esta información y documentos, sea en forma parcial o total. En consecuencia, nada de este informe constituye una asesoría y los usuarios que utilicen este documento lo hacen bajo su cuenta y riesgo, sin perjuicio, además, de los derechos de propiedad y contractuales de FICEM sobre estos documentos.

COMPLEMENTO 1

MEDIOS DE INTERACCIÓN

Los documentos que se intercambiarán entre las partes (Medios de Interacción) constarán de distintos soportes electrónicos, lo que permitirá una adecuada comunicación electrónica entre las partes.

La comunicación y transferencia de documentos será a través de correo electrónico, para lo cual EEV dispondrá de las cuentas necesarias para las partes, las que solo serán válidas en el contexto de las acciones emanadas del presente protocolo.

Los documentos que se transferirán son:

Documento	Formato	Estructura
Archivos CSI Protocol 3.1.	xlsx (Microsoft Excel)	WBCSD Cement Sustainability Initiative Cement CO2 and Energy Protocol, Version 3.1[2]
Reporte País	PDF	Ad-hoc
Informe del auditor	PDF	Formato EEV en función de las normas de atestiguación.

[2] Ver http://www.cement-co2-protocol.org/en/

COMPLEMENTO 2
DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROTOCOLO

INFORMACION ENTRADA	ACTIVIDADES	INFORMACION SALIDA	RESPONSABLE
INFORMACION DE PARTICIPANTES Y LOGISTICA ACTIVIDAD	REUNION DE APERTURA	ACTA REUNION	FICEM
INFORMACION DE LA COMPAÑÍA PARA EL ANALISIS	PREPARACION Y ENVIO INFORMACION A LA EEV	INFORMACION EN FORMATO CSI CEMENT CO_2 AND ENERGY PROTOCOL 3.1	COMPAÑIAS
INFORMACION EN FORMATO CSI CEMENT CO2 AND ENERGY PROTOCOL 3.1	RECEPCION, VALIDACION Y ENVIO A FICEM (PSEUDONOMIZACION)	INFORMACION VALIDADA Y PSEUDONOMIZADA	ENTIDAD EXTERNA VERIFICADORA
- INFORMACION VALIDADA Y PSEUDONOMIZADA - sMRV FICEM	AGREGACION DE DATOS, GENERACION DE REPORTE	- REPORTE PAIS - BASE DE DATOS CALCULADORA CO2 FICEM	FICEM
REPORTE PAIS	SI HAY OBSERVACIONES NO	SI: OBSERVACIONES AL REPORTE. NO: REPORTE PARA VALIDACION	FICEM
REPORTE PAIS	VALIDACION DE REPORTE	CORREO ELECTRONICO VALIDANDO INFORMACION	ENTIDAD EXTERNA VERIFICADORA
	ENVIO DE REPORTE PRELIMINAR A FICEM	REPORTE PRELIMINAR PAIS	ENTIDAD EXTERNA VERIFICADORA
	ELABORACION DE INFORME DEL AUDITOR	INFORME DEL AUDITOR	ENTIDAD EXTERNA VERIFICADORA
	INFORME sMRV FICEM	INFORME sMRV FICEM PARA ELABORACION HOJA DE RUTA	FICEM

COMPLEMENTO 3
REPORTE PAIS

País	
Año datos	
Reporte	sMRV FICEM | XXX | XX | XXXX
Fecha Reporte	

I. PRODUCCIÓN

Cemento		
1. Cemento Producido	*[20]*	ton cemento/año
2. Cementitious Producido	*[21a]*	ton cementitious/año
Clinker		
1. Producido	*[8]*	ton clinker/año
2. Clinker comprado	*[9]*	ton clinker/año
3. Clinker vendido	*[10]*	ton clinker/año
4. Variación de stock	*[10a]*	ton clinker/año
5. Clinker transferido	*[10b]*	ton clinker/año
6. Consumido	*[11]*	ton clinker/año

II. INDICADORES TÉCNICOS

Indicador	Promedio ponderado	Mínimo	Máximo	
1. Factor Clinker	*[92a]*	*[1027]*	*[1026]*	*%*
2. Consumo Térmico Plantas Integradas	*[93]*	*[1031]*	*[1030]*	*MJ/ton Clinker*
3. Coprocesamiento	*[95] + [96]*	*[1029]*	*[1028]*	*%*
Factor Emisión Promedio Combustibles Hornos	*[96a]*	*[1039]*	*[1038]*	*Kg CO_2/GJ*
4. Consumo Eléctrico País	*[97]*			*KWh/ton cemento*
Plantas Integradas	*[1042]*	*[1035]*	*[1034]*	*Kg CO2/MWh*
Moliendas	*[1041]*	*[1033]*	*[1032]*	
Factor Emisión Red Eléctrica	*[33d]*	*[1037]*	*[1036]*	

III. EMISIÓN CO_2

Alcance 1				$KgCO_2$/ton Clinker	$KgCO_2$/ton Cementious	$KgCO_2$/ton Cemento
Absolutas directas	Brutas	Netas	1. Descarbonatación	*[60a]*	*[62a]*	*[1001]*
			2. Combustibles convencionales horno	*[1008]*	*[1022]*	*[1003]*
			3. Combustibles fuera de horno	*[1010]*	*[1021]*	*[1002]*
			4. Combustibles alternativos horno	*[1009]*	*[1023]*	*[1004]*
			5. Combustible gen. eléctrica on-site	*[1088]*	*[1020]*	*[1025]*
			Netas	*[60a]+ [1008]+ [1010]*	*[62a]+ [1022]+ [1021]*	*[1001]+ [1003]+ [1002]*
			Brutas	*[60a]+ [1008]+ [1010]+ [1009]*	*[62a]+ [1022]+ [1021]+ [1023]*	*[1001]+ [1003]+ [1002]+ [1004]*
			Absolutas directas	*[60a]+ [1008]+ [1010]+ [1009]+ [1088]*	*[62a]+ [1022]+ [1021]+ [1023]+ [1020]*	*[1001]+ [1003]+ [1002]+ [1004]+ [1025]*
6. Combustible Biomasa (CO_2 neutral)				*[1011]*	*[1024]*	*[1043]*
Alcance 2 - Electricidad Externa				*[1012]*	*[82a]*	*[1005]*
Alcance 3 - Clinker Externo Factor de emisión CSI 865 kg CO_2/t clinker				*No aplica*	*No aplica*	*[1006]*
Alcance 1 + Alcance 2 + Alcance 3				*[60a]+ [1008]+ [1010]+ [1009]+ [1088]+ [1012]*	*[62a]+ [1022]+ [1021]+ [1023]+ [1020]+ [82a]*	*[1001]+ [1003]+ [1002]+ [1004]+ [1025]+ [1005]+ [1006]*

COMPLEMENTO 4
DEFINICION DE INDICADORES Y FORMULAS DE CALCULO

Anexo: Definición de Indicadores y Fórmulas de Cálculo

"Protocolo FICEM de Procesamiento, Consolidación y Validación de Datos"

Versión: 1.4

Código:	{ 4 }	Descripción	Fórmula
Indicador:	Clinker producido	*Producción total anual de clínker en hornos propios, independiente del uso o destino.*	$=\sum_1^n [8]_i$
Unidad:	t/año		*Donde n: número de plantas*
Campo CSI:	8		
	2		

Código:	{ 0 }	Descripción	Fórmula
Indicador:	Clinkler comprado	*Clínker comprado a otras empresas y mediante transferencia transfronteriza*	$=\sum_1^n [9]_i$
Unidad:	t/año		*Donde n: número de plantas*
Campo CSI:	9		
	63		

Código:	{ 0 }	Descripción	Fórmula
Indicador:	Internal clinker transfer	*Cantidad de transferencias de clínker con otras plantas pertenecientes a la misma empresa*	$=\sum_1^n [10b]_i$
Unidad:	t/año		*Donde n: número de plantas*
Campo CSI:	10b		
	104		

Código:	{ 0 }	Descripción	Fórmula
Indicador:	Change in clinker stocks	*Cantidad de clínker añadido a las existencias (signo positivo) o extraído de las existencias (signo negativo). (= existencias al final menos existencias al inicio del año).*	$=\sum_1^n [10a]_i$
Unidad:	t/año		*Donde n: número de plantas*
Campo CSI:	10a		
	103		

martes, 14 de febrero de 2023 Página 1 de 11

Código:	{ 0 }	Descripción	Fórmula
Indicador:	Clinker vendido	*Cantidad de clinker vendido a otras empresas.*	$=\sum_1^n [10]_i$
Unidad:	t/año		*Donde n: número de plantas*
Campo CSI:	10		
	102		

Código:	{ 5 }	Descripción	Fórmula
Indicador:	Clinker consumido	*Consumo total anual de clinker utilizado en cemento producido en planta, independiente del origen del clinker.*	$=\sum_1^n [11]_i$
Unidad:	t/año		*Donde n: número de plantas*
Campo CSI:	11		
	35		

Código:	{ 2 }	Descripción	Fórmula
Indicador:	Cemento producido	*Producción total cemento en un año, considerando todas las plantas e independiente del origen del clinker.*	$=\sum_1^n [20]_i$
Unidad:	t cem/año		Donde *n: número de plantas*
Campo CSI:	20		
	1		

Código:	{ 3 }	Descripción	Fórmula
Indicador:	Producto cementitious	*Producción total de producto cementicio que incluye la producción de clinker, los componentes minerales del cemento propducido y sustitutos del cemento.*	$=\sum_1^n [21a]_i$
Unidad:	t cementitius/año		*Donde n: número de plantas*
Campo CSI:	21a		
	79		

Código:	{ 61 }	Descripción	Fórmula
Indicador:	Factor emisión red eléctrica	*Promedio ponderado del factor de emisión de red eléctrica de todas las plantas. Corresponde a la suma de las emisiones de CO2 de cada planta producto de su consumo eléctrico externo dividida por la suma de la energía eléctrica externa consumida por todas las plantas.*	$=\frac{\sum_1^n [49a]_i}{\sum_1^n [33c]}$
Unidad:	Kg CO2/MWh		*Donde n: número de plantas*
Campo CSI:	33d		
	75		

martes, 14 de febrero de 2023 Página 2 de 11

Código: { 6 } Indicador: Descarbonatación Unidad: Kg CO2 /t clinker Campo CSI: 60a 173	Descripción *Razón entre la cantidad total de CO2 producido por calcinación de materias primas y la producción total de clinker producido en un año, independiente del uso posterior del clinker.*	Fórmula $= \frac{\sum_1^n [39]_i}{\sum_1^n [8]_i} \times 1000$ *Donde n = número de plantas integradas*
Código: { 17 } Indicador: Descarbonatación Unidad: Kg CO2 /t cementitious Campo CSI: 62a 17	Descripción *Razón entre la cantidad total de CO2 producido por calcinación de materias primas y la producción total de producto cementicio producido en un año, independiente del destino de este producto cementicio.*	Fórmula $= \frac{\sum_1^n [59a]_i}{\sum_1^n [21a]_i} \times 1000$ *Donde n = número de plantas*
Código: { 26 } Indicador: Electricidad externa Unidad: Kg CO2 /t cementitious Campo CSI: 82a 59	Descripción *Razón entre la cantidad total de CO2 producida por la generación de electricidad externa que es utilizada para la fabricación de clinker y la cantidad total de producto cementicio.*	Fórmula $= \frac{\sum_1^n [49a]_i}{\sum_1^n [21a]_i} \times 1000$ *Donde n: número de plantas*
Código: { 40 } Indicador: Factor clinker Unidad: % Campo CSI: 92a 11	Descripción *Razón entre la cantidad total de clinker consumido al año para producir cemento, independiente del origen del clinker y la cantida total de cemento producido al año.*	Fórmula $= \frac{\sum_1^n [11]_i}{\sum_1^n [20]_i}$ *Donde n: número de plantas*
Código: { 43 } Indicador: Consumo térmico Unidad: MJ/t clinker Campo CSI: 93 25	Descripción *Razón entre el consumo térmico total en horno de todas las plantas integradas de un país o macrozona y la cantidad total de clinker producido.*	Fórmula $\frac{\sum_1^n [25]_i}{\sum_1^n [8]_i} \times 1000000$ Donde n = *número de plantas* integradas

martes, 14 de febrero de 2023 Página 3 de 11

Código:	{ 0 }	Descripción	Fórmula
Indicador:	Fósiles alternativos	*Consumo de combustibles fósiles alternativos dividido por el consumo total de energía térmica de los hornos*	$\frac{\sum_1^n [27]_i}{\sum_1^n [25]_i} \times 1000$
Unidad:	%		*Donde n = número de plantas integradas*
Campo CSI:	95		
	33		

Código:	{ 0 }	Descripción	Fórmula
Indicador:	Biomasa	*Consumo de combustibles de biomasa dividido por el consumo total de calor de los hornos*	$\frac{\sum_1^n [28]_i}{\sum_1^n [25]_i} \times 1000$
Unidad:	%		*Donde n = número de plantas integradas*
Campo CSI:	96		
	34		

Código:	{ 49 }	Descripción	Fórmula
Indicador:	Factor emisión combustibles	*Razón entre la cantidad total de carbono producida por los combustibles fósiles utilizados en hornos de plantas integradas y la cantidad total de energía térmica consumida por estos hornos.*	$\frac{\sum_1^n [43]_i}{\sum_1^n [25]_i} \times 1000$
Unidad:	kg CO2/GJ		*Donde n = número de plantas integradas*
Campo CSI:	96a		
	23		

Código:	{ 52 }	Descripción	Fórmula
Indicador:	Consumo eléctrico específico planta	*Valór mínimo de factor de emisión de combustible entre todos los combustibles utilizados por las plantas integradas.*	$= \frac{\sum_1^n [33]_i}{\sum_1^n [20]_i} \times 1000$
Unidad:	kWh/t cementitious		*Donde n: número de plantas*
Campo CSI:	97		
	13		

Código:	{ 28 }	Descripción	Fórmula
Indicador:	Descarbonatación	*Razón entre la cantidad total de CO2 producido por calcinación de materias primas y la producción total de cemento producido en planta. Si parte del clínker producido en planta no es utilizado en cemento sino que es vendido o transferido fuera de la planta, la expresión anterior debe multiplicarse por un factor con la proporción de clínker consumido en planta en el total de clínker producido.*	*si clinker producido ≥ clinker consumido* $= \frac{\sum_1^n \left([39]_i \times \frac{[11]_i}{[8]_i}\right)}{\sum_1^n [20]_i} \times 1000$ *si clinker producido < clinker consumido* $= \frac{\sum_1^n [39]_i}{\sum_1^n [20]_i} \times 1000$ *Donde n: número de plantas*
Unidad:	Kg CO2 /t cem		
Campo CSI:	1001		
	99		

martes, 14 de febrero de 2023 Página 4 de 11

Código:	{ 30 }	Descripción	Fórmula
Indicador:	Combustibles fuera de horno	*Razón entre la suma de toda la emisión de CO2 producida por combustibles no usados en horno, excepto la emisión producida por combustibles usados para generación electrica interna, y la producción total de producto cementicio, independiente del destino o uso del producto cementicio.*	$= \frac{\sum_1^n [44]_i + \sum_1^n [45a]_i + \sum_1^n [45b]_i}{\sum_1^n [20]_i} \times 1000$
Unidad:	Kg CO2 /t cem		*Donde n = número de plantas*
Campo CSI:	1002		
	455		

Código:	{ 29 }	Descripción	Fórmula
Indicador:	Combustibles fósiles convencionales	*Razón entre la cantidad total de CO2 producido por el uso de combustibles convencionales en hornos y la producción total de cemento en planta. Si parte del clínker que la planta produce no es utilizado en cemento sino que es vendido o transferido fuera de la planta, la expresión anterior debe multiplicarse por un factor con la proporción de clínker producido en planta del total de clínker utilizado en el cemento producido.*	*si clinker producido ≥ clinker consumido* $= \frac{\sum_1^n \left([40]_i \times \frac{[11]_i}{[8]_i}\right)}{\sum_1^n [20]_i} \times 1000$ *si clinker producido < clinker consumido* $= \frac{\sum_1^n [40]_i}{\sum_1^n [20]_i} \times 1000$ *Donde n: número de plantas*
Unidad:	Kg CO2 /t cem		
Campo CSI:	1003		
	456		

Código:	{ 31 }	Descripción	Fórmula
Indicador:	Combustibles fósiles alternativos	*Razón entre la cantidad total de CO2 producido por el uso de combustibles fósiles alternativos en hornos y la producción total de cemento en un año. Si parte del clínker que la planta produce no es utilizado para producir cemento sino que es vendido o transferido fuera de la planta, la expresión anterior debe multiplicarse por un factor con la proporción de clínker producido en planta del total de clínker utilizado en el cemento producido.*	*si clinker producido ≥ clinker consumido* $= \frac{\sum_1^n \left([41]_i \times \frac{[11]_i}{[8]_i}\right)}{\sum_1^n [20]_i} \times 1000$ *si clinker producido < clinker consumido* $= \frac{\sum_1^n [41]_i}{\sum_1^n [20]_i} \times 1000$ *Donde n: número de plantas*
Unidad:	Kg CO2 /t cem		
Campo CSI:	1004		
	457		

Código:	{ 37 }	Descripción	Fórmula
Indicador:	Electricidad externa	*La suma de la emisión de CO2 por la producción de energía eléctrica externa utilizada en planta en usos fuera de horno más la emisión de CO2 por la producción de energía eléctrica externa utilizada en planta en la producción de clínker que será consumido en cemento en planta (descuenta el clínker pdocudicido que es eportado, tranferido o va a stock).*	$= \frac{\sum_1^n (A_i)}{\sum_1^n [20]_i}$ *Donde* *Plantas integradas* $A_i = [33d]_i \times \frac{[8]_i}{[20]_i} \times \left([33e]_i \times \frac{[11]_i}{[8]_i} + ([33]_i - [33e]_i)\right)$ *Molienda o integrada con [8] < [11]* $A_i = [33d]_i \times [33c]_i$
Unidad:	Kg CO2 /t cem		
Campo CSI:	1005		
	481		

Código:	{ 38 }	Descripción	Fórmula
Indicador:	Clinker externo	*Emisión de CO2 producida al elaborar clínker fuera de la planta, que es consumido en la planta para producir cemento. Se utiliza el factor de emisión de referencia global GNR de 865 KgCO2/ton clínker por la diferencia positiva entre en clínker consumido y el clínker producido, es decir, el clínker que se consume y no es producido.*	$= 865 \times \sum_1^n \frac{([11]_i - [8]_i)}{[20]_i}$ *Donde n: número de plantas*
Unidad:	Kg CO2 /t cem		
Campo CSI:	1006		
	491		

martes, 14 de febrero de 2023 Página 5 de 11

Código:	{ 7 }	Descripción	Fórmula
Indicador:	Combustibles fósiles convencionales	*Razón entre la cantidad total de CO2 producido por el uso de combustibles fósiles convencionales en hornos y la producción total de clinker en un año, independiente del destino o uso del clinker.*	$= \frac{\sum_1^n [40]_i}{\sum_1^n [8]_i} \times 1000$
Unidad:	Kg CO2 /t clinker		*Donde* $n =$ *número de plantas integradas*
Campo CSI:	1008		
	448		

Código:	{ 9 }	Descripción	Fórmula
Indicador:	Combustibles fósiles alternativos	*Razón entre la cantidad total de CO2 producido por el uso de combustibles fósiles alternativos en hornos y la producción total de clinker en un año, independiente del destino o uso del clinker.*	$= \frac{\sum_1^n [41]_i}{\sum_1^n [8]_i} \times 1000$
Unidad:	Kg CO2 /t clinker		*Donde* $n =$ *número de plantas integradas*
Campo CSI:	1009		
	449		

Código:	{ 8 }	Descripción	Fórmula
Indicador:	Combustibles fuera de horno	*Razón entre la suma de toda la emisión de CO2 producida por combustibles no usados en horno (equipos y vehículos on-site,), excepto el CO2 producido por combustibles usados para generacion eléctrica interna, y la producción total de clinker, independiente del destino o uso de éste.*	$= \frac{\sum_1^n [44]_i + \sum_1^n [45a]_i + \sum_1^n [45b]_i}{\sum_1^n [8]_i} \times 1000$
Unidad:	Kg CO2 /t clinker		*Donde* $n =$ *número de plantas integradas*
Campo CSI:	1010		
	447		

Código:	{ 14 }	Descripción	Fórmula
Indicador:	Específica biomasa	*Razón entre la cantidad total de CO2 producido por el uso de biomasa como combustible para fabricación de clinker y la producción total de clinker en un año, independiente del destino o uso del clinker.*	$= \frac{(\sum_1^n [225]_i)}{\sum_1^n [8]_i} \times 1000$
Unidad:	Kg CO2 /t clinker		*Donde* $n =$ *número de plantas integradas*
Campo CSI:	1011		
	473		

Código:	{ 15 }	Descripción	Fórmula
Indicador:	Electricidad externa	*Razón entre la cantidad total de carbono producida por la generación de electricidad externa que es utilizada para la fabricación de clinker y la cantidad total de clinker producido independiente del destino o uso del clinker.*	$= \frac{\sum_1^n \left([33d]_i \times [33e]_i \times \left(\frac{[33e]_i}{[33]_i} \right) \right)}{\sum_1^n [8]_i}$
Unidad:	Kg CO2 /t clinker		*Donde* $n =$ *número de plantas integradas*
Campo CSI:	1012		
	480		

martes, 14 de febrero de 2023 Página 6 de 11

Código:	{ 21 }	Descripción	Fórmula
Indicador:	Generación eléctrica on-site	*Razón entre la cantidad total de CO2 producido por el uso de combustibles fósiles en generación eléctrica on-site y la producción total de producto cementicio en un año, independiente del destino o uso del producto cementicio.*	$= \frac{\sum_1^n \left(\left(\frac{[33aa]_i}{[33a]_i} \right) \times [45c]_i \right)}{\sum_1^n [21a]_i} \times 1000$
Unidad:	Kg CO2 /t cementitious		Donde $n = número\ de\ plantas$
Campo CSI:	1020		
	242		

Código:	{ 19 }	Descripción	Fórmula
Indicador:	Combustibles fuera de horno	*Razón entre la suma de toda la emisión de CO2 producida por combustibles no usados en horno, excepto la emisión de CO2 producida por combustibles usados para generación electrica interna y la producción total de producto cementicio, independiente del destino o uso del producto cementicio.*	$= \frac{\sum_1^n [44]_i + \sum_1^n [45a]_i + \sum_1^n [45b]_i}{\sum_1^n [21a]_i} \times 1000$
Unidad:	Kg CO2 /t cementitious		Donde $n = número\ de\ plantas$
Campo CSI:	1021		
	452		

Código:	{ 18 }	Descripción	Fórmula
Indicador:	Combustibles fósiles convencionales	*Razón entre la cantidad total de CO2 producido por el uso de combustibles fósiles convencionales en hornos y la producción total de producto cementicio en un año, independiente del destino o uso de este producto cementicio.*	$= \frac{\sum_1^n [40]_i}{\sum_1^n [21a]_i} \times 1000$
Unidad:	Kg CO2 /t cementitious		*Donde* $n = número\ de\ plantas$
Campo CSI:	1022		
	453		

Código:	{ 20 }	Descripción	Fórmula
Indicador:	Combustibles fósiles alternativos	*Razón entre la cantidad total de CO2 producido por el uso de combustibles fósiles alternativos en hornos y la producción total de producto cementicio en un año, independiente del destino o uso del producto cementicio.*	$= \frac{\sum_1^n [41]_i}{\sum_1^n [21a]_i} \times 1000$
Unidad:	Kg CO2 /t cementitious		Donde $n = número\ de\ plantas$
Campo CSI:	1023		
	454		

Código:	{ 25 }	Descripción	Fórmula
Indicador:	Específica biomasa	*Razón entre la cantidad total de CO2 producido por el uso de biomasa como combustible y la producción total de producto cementicio de un año, independiente del destino o uso del producto cementicio.*	$= \frac{\sum_1^n [50]_i}{\sum_1^n [21a]_i} \times 1000$
Unidad:	Kg CO2 /t cementitious		*Donde* $n = número\ de\ plantas$
Campo CSI:	1024		
	474		

martes, 14 de febrero de 2023 Página 7 de 11

Código:	{ 32 }	Descripción	Fórmula
Indicador:	Generación eléctrica on-site	*Razón entre la cantidad total de CO2 producido por el uso de combustibles fósiles en generación eléctrica on-site y la producción total de cemento en un año.*	$= \frac{\sum_1^n \left(\left(\frac{[33aa]_i}{[33a]_i} \right) \times [45c]_i \right)}{\sum_1^n [20]_i} \times 1000$
Unidad:	Kg CO2 /t cem		
Campo CSI:	1025		
	458		Donde $n = número\ de\ plantas$
Código:	{ 42 }	Descripción	Fórmula
Indicador:	Factor clinker máx	*Valor máximo de factor clínker de todas las plantas del país o macroregión.*	$= \max_{1 \leq i \leq n} [92a]_i$
Unidad:	%		
Campo CSI:	1026		
	459		*Donde n: número de plantas*
Código:	{ 41 }	Descripción	Fórmula
Indicador:	Factor clinker mín	*Valor mínimo de factor clínker de todas las plantas del país o macroregión.*	$= \min_{1 \leq i \leq n} [92a]_i$
Unidad:	%		
Campo CSI:	1027		
	460		*Donde n: número de plantas*
Código:	{ 48 }	Descripción	Fórmula
Indicador:	Coprocesamiento máx	*Valor máximo encontrado para plantas integradas de la razón entre la energía de fosiles alternativos y biomasa que consume la planta y la cantidad total de energía termica que consume la planta integrada.*	$= \max_{1 \leq j \leq m} \left[\frac{[27] + [28]}{[25]} \right]_j$
Unidad:	%		
Campo CSI:	1028		
	461		*Donde m: número de plantas integradas*
Código:	{ 47 }	Descripción	Fórmula
Indicador:	Coprocesamiento mín	*Valor mínimo encontrado para plantas integradas de la razón entre la energía de fosiles alternativos y biomasa que consume la planta y la cantidad total de energía termica que consume la planta integrada.*	$= \min_{1 \leq j \leq m} \left[\frac{[27] + [28]}{[25]} \right]_j$
Unidad:	%		
Campo CSI:	1029		
	462		Donde m: $número\ de\ plantas\ integradas$

martes, 14 de febrero de 2023 Página 8 de 11

Código:	{ 45 }	Descripción	Fórmula
Indicador:	Consumo térmico máx	*Valor máximo del consumo térmico de todas las plantas integradas del país o macrozona.*	$= 1000000 * \max_{1 \leq i \leq n} \left(\frac{[25]_i}{[8]_i} \right)$
Unidad:	MJ/t clínker		*Donde n= número de plantas integradas*
Campo CSI:	1030		
	463		

Código:	{ 44 }	Descripción	Fórmula
Indicador:	Consumo térmico mín	*Valor mínimo del consumo térmico de todas las plantas integradas del país o macrozona.*	$= 1000000 * \min_{1 \leq i \leq n} \left(\frac{[25]_i}{[8]_i} \right)$
Unidad:	MJ/t clínker		*Donde n= número de plantas integradas*
Campo CSI:	1031		
	464		

Código:	{ 60 }	Descripción	Fórmula
Indicador:	Consumo eléctrico moliendas máx	*Suma del consumo eléctrico de la producción de la parte de clínker que se utiliza para producir cemento y el consumo eléctrico en usos no clínker en la molienda de mayor consumo eléctrico, todo dividido por la producción de cemento de dicha planta.*	$= mín \frac{[33]}{[20]} \times 1000$
Unidad:	kWh/t cementitious		*Donde*
Campo CSI:	1032		n: *número de plantas moliendas*
	465		

Código:	{ 59 }	Descripción	Fórmula
Indicador:	Consumo eléctrico moliendas mín	*Suma del consumo eléctrico de la producción de la parte de clínker que se utiliza para producir cemento y el consumo eléctrico en usos no clínker en la molienda de menor consumo eléctrico, todo dividido por la producción de cemento de dicha planta.*	$= mín \frac{[33]}{[20]} \times 1000$
Unidad:	kWh/t cementitious		*Donde*
Campo CSI:	1033		n: *número de plantas Moliendas*
	466		

Código:	{ 57 }	Descripción	Fórmula
Indicador:	Consumo eléctrico integradas máx	*Suma del consumo eléctrico de la producción de la parte de clínker que se utiliza para producir cemento y el consumo eléctrico en usos no clínker en la planta integrada de mayor consumo eléctrico, todo dividido por la producción de cemento de dicha planta.*	$= máx \frac{[33]}{[20]} \times 1000$
Unidad:	kWh/t cementitious		*Donde*
Campo CSI:	1034		n: *número de plantas integradas*
	467		

martes, 14 de febrero de 2023 Página 9 de 11

Código:	{ 56 }	Descripción	Fórmula
Indicador:	Consumo eléctrico integradas mín	*Suma del consumo eléctrico de la producción de la parte de clínker que se utiliza para producir cemento y el consumo eléctrico en usos no clínker en la planta integrada de menor consumo eléctrico, todo dividido por la producción de cemento de dicha planta.*	$=mín\frac{[33]}{[20]}\times 1000$
Unidad:	kWh/t cementitious		*Donde*
Campo CSI:	1035		n: *número de plantas integradas*
	468		
Código:	{ 63 }	Descripción	Fórmula
Indicador:	Factor emisión red eléctrica máx	*Valor máximo de factor de emisión de la red eléctrica de todas las plantas.*	$= máx\left(\frac{[49a]_i}{[33c]_i}\right)$
Unidad:	Kg CO2/MWh		
Campo CSI:	1036		
	469		
Código:	{ 62 }	Descripción	Fórmula
Indicador:	Factor emisión red eléctrica mín	*Valor mínimo de factor de emisión de la red eléctrica de todas las plantas.*	$= mín\left(\frac{[49a]_i}{[33c]_i}\right)$
Unidad:	Kg CO2/MWh		
Campo CSI:	1037		
	470		
Código:	{ 51 }	Descripción	Fórmula
Indicador:	Factor emisión combustibles máx	*Valor máximo de CO2 total de combustibles de hornos de origen fósil dividido por el consumo total de calor de los hornos para cada uno de las plantas integradas*	$= max(96a)_i$
Unidad:	kg CO2/GJ		*Donde i: plantas integradas*
Campo CSI:	1038		
	471		
Código:	{ 50 }	Descripción	Fórmula
Indicador:	Factor emisión combustibles mín	*Valor mínimo de CO2 total de combustibles de hornos de origen fósil dividido por el consumo total de calor de los hornos para cada uno de las plantas integradas*	$= min(96a)_i$
Unidad:	kg CO2/GJ		*Donde i: plantas integradas*
Campo CSI:	1039		
	472		

martes, 14 de febrero de 2023 Página 10 de 11

Código:	{ 58 }	Descripción	Fórmula
Indicador:	Consumo eléctrico moliendas	*Suma del consumo eléctrico de la producción de la parte de clínker que se utiliza para producir cemento en moliendas y el consumo eléctrico en usos no clínker en moliendas, todo dividido por la producción de cemento de las moliendas*	$=\frac{\sum_1^n [33]_i \times 1000}{\sum_1^n [21]_i}$
Unidad:	kWh/t cementitious		*Donde n: número de plantas moliendas*
Campo CSI:	1041		
	488		

Código:	{ 55 }	Descripción	Fórmula
Indicador:	Consumo eléctrico integradas	*Suma del consumo eléctrico de la producción de la parte de clínker que se utiliza para producir cemento en plantas integradas y el consumo eléctrico en usos no clínker en plantas integradas, todo dividido por la producción de cemento de las plantas integradas.*	$=\frac{\sum_1^n [33]_i}{\sum_1^n [20]_i} \times 1000$
Unidad:	kWh/t cementitious		*Donde n: número de plantas integradas*
Campo CSI:	1042		
	489		

Código:	{ 36 }	Descripción	Fórmula
Indicador:	Específica biomasa	*La suma de la emisión de CO2 producida por el consumo de biomasa como combustible en usos fuera de horno y la proporción de la emisión por uso de biomasa como combustible para horno, del clinker producido en planta que se consume en cemento, todo dividido por la producción total de cemento como producto final.*	$=\left(\frac{\sum_1^n \left(([225]_i + [236]_i) \times \frac{[11]_i}{[8]_i} + ([331c]_i + [333i]_i + [334h]_i)\right)}{\sum_1^n [20]_i}\right) \times 1000$
Unidad:	Kg CO2 /t cem		*Donde n = número de plantas*
Campo CSI:	1043		
	475		

Código:	{ 10 }	Descripción	Fórmula
Indicador:	Generación eléctrica on-site	*Razón entre la cantidad total de CO2 producido por el uso de combustibles fósiles en generación eléctrica on-site y la producción total de clínker en un año, independiente del destino o uso del clínker, multiplicado a su vez por la proporción de energía eléctrica consumida por la fabricación de clínker en el total de la energía eléctrica consumida por las plantas.*	$=\frac{\sum_1^n \left([45c]_i \times \frac{[33aa]_j}{[33a]_j} \times \frac{[33e]_i}{[33]_i}\right)}{\sum_1^n [8]_i} \times 1000$
Unidad:	Kg CO2 /t clinker		*Donde n = número de plantas integradas*
Campo CSI:	1088		
	450		

martes, 14 de febrero de 2023 Página 11 de 11