



**Universidad Nacional Autónoma de México**  
**Programa de Posgrado en Ciencias de la Administración**

**La industria del cemento entre la sustentabilidad y la inestabilidad  
financiera: Cemex, Holcim y Lafarge**

**T e s i s**

Que para optar por el grado de:

**Doctora en Ciencias de la Administración**

Presenta:

**Paola Selene Vera Martínez**

Comité Tutor

Tutor principal:

**Dra. Alicia Adelaida Girón González**  
**Instituto de Investigaciones Económicas**

**Dr. Alfredo Díaz Mata**  
**Facultad de Contaduría y Administración**

**Dra. Nadima Simón Domínguez**  
**Facultad de Contaduría y Administración**

**México, D. F., diciembre de 2013**



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



*Con amor para Alex, Chris y mi peque en camino,  
gracias por su apoyo incondicional.*

*A Fernando Gutiérrez.*

*Y a la memoria de Amy Martínez y Sonia Lugo,  
gracias por su ejemplo de amor y pasión por la  
docencia e investigación.*



# Índice general

Lista de cuadros, figuras, gráficas, tablas, anexos y apéndices estadísticos	8
Siglas y acrónimos	15
Símbolos químicos y unidades físicas	17
Introducción	19
Capítulo I	35
Sustentabilidad e inestabilidad financiera: incompatibilidad de procesos	
1.1 Antecedentes	36
1.2 Sustentabilidad	49
1.3 La inestabilidad financiera como restricción a la sustentabilidad	58
1.4 Intersecciones entre esferas, estrategias con enfoque sustentable y las partes interesadas: el privilegio de la esfera ambiental	73
1.5 Interacciones entre agentes: de las redes a los modelos basados en agentes	81
Capítulo II	95
Sustentabilidad económica: desempeño económico y financiero de Cemex, Holcim y Lafarge	
2.1 Panorama general de la industria del cemento	96
2.2 Desempeño económico y financiero de Cemex, Holcim y Lafarge	104
2.3 Las cementeras y los mercados financieros	113
2.4 Cemex y la hipótesis de inestabilidad financiera: las desgracias no	126

vienen solas o lloviendo sobre mojado

Capítulo III	137
Sustentabilidad ambiental: estrategias conjuntas e individuales de las empresas cementeras	
3.1 El proceso de fabricación de cemento e impactos negativos en el medio ambiente	138
3.2 Estrategias conjuntas de la industria del cemento: la Iniciativa del Cemento Sustentable	145
3.3 Estrategias individuales	155
Capítulo IV	179
Sustentabilidad y regulación ambiental de la industria del cemento en México	
4.1 Sustentabilidad y gestión ambiental en México	177
4.2 Estado general de la industria del cemento	180
4.3 Regulación ambiental de la industria del cemento: la presión del cambio climático	201
Capítulo V	221
Sustentabilidad social: impacto de la actividad de la industria del cemento en Tula de Allende, Atotonilco de Tula y Apaxco	
5.1 El área de estudio: Tula-Atotonilco-Apaxco	222
5.2 Principales características de la población	224
5.3 Problemática ambiental	228

5.4 Impactos locales relacionados con la actividad de las cementeras	232
Capítulo VI	249
Evaluación del impacto de la industria del cemento: el sentir de las comunidades	
6.1 Metodología de la encuesta a las familias vecinas a las plantas de cemento en Tula de Allende, Atotonilco de Tula y Apaxco	250
6.2 Análisis estadístico de los datos	255
6.3 Evaluación del impacto de la industria del cemento según la opinión de las comunidades vecinas	285
Capítulo VII	293
Del sentir de la comunidad al interés personal y colectivo: aliciente u obstáculo hacia la sustentabilidad	
7.1 Definición del modelo basado en agentes “ <i>stakeholders</i> ”	294
7.2 Especificación y calibración de las variables del modelo	295
7.3 Resultados de la simulación del modelo	310
Discusión	315
Conclusiones	325
Líneas futuras de investigación	329
Sugerencias	331
Bibliografía	333
Anexos	365
Apéndices estadísticos	381

# Lista de cuadros, figuras, gráficas, tablas, anexos y apéndices estadísticos

## *Cuadros*

2.1 Producción mundial de cemento hidráulico	99
2.2 Principales empresas cementeras, 2011	102
2.3 Rendimiento diario promedio y desviación estándar	121
2.4 Selección de cuentas de los estados financieros de Cemex	130
3.1 Procesos de obtención de clinker y consumo de combustible	141
3.2 Emisiones y valores medios a largo plazo, provenientes de hornos europeos	144
3.3 Producción de clinker, cemento y emisiones de CO <sub>2</sub> de las empresas que participan en la CSI	146
3.4 Uso de combustibles alternos y de biomasa	149
3.5 Metas e indicadores de progreso	152
4.1 La industria del cemento en México	184
4.2 Cemex en México y el mundo	185
4.3 México: producción de cemento por principales tipos. 1994-2013	190
4.4 México: producción y exportaciones de cemento. 2005-2009	193
4.5 México: exportaciones por principales países. 2005-2009	193
4.6 México: importaciones por principales países. 2005-2009	194
4.7 Niveles máximos permisibles de emisión de gases	207
4.8 Nivel de cumplimiento, tipo y volumen de combustible de sustitución	208
4.9 Niveles máximos permisibles de emisiones a la atmósfera	209
4.10 México, empresas y plantas de la industria del cemento certificadas como industria limpia por la PROFEPA, 1997-2013	214
4.11 Empresas participantes en el programa GEI México	219

5.1 Características sociodemográficas de la población de Tula- Atotonilco-Apaxco	226
5.2 Emisiones de contaminantes en Atotonilco de Tula reportados por Cemex y Lafarge	234
5.3 Emisiones de contaminantes en Tula de Allende reportados por Cruz Azul	236
5.4 Emisiones de contaminantes en Apaxco reportados por Holcim	240
5.5 Personal ocupado y remuneraciones en las actividades del cemento y cal, 1999	243
5.6 Personal ocupado y remuneraciones en la actividad del cemento, 2004	244
5.7 Personal ocupado y remuneraciones en la actividad del cemento, 2009	245
6.1 Legitimación de las empresas cementeras en materia ambiental, según municipio	266
6.2 Percepción sobre los beneficios derivados de la industria cementera	268
6.3 Familiares afectados por los incidentes relacionados con Ecoltec	276
6.4 Movimiento social y denuncia ciudadana	277
6.5 Escala de evaluación de la opinión sobre el impacto de la industria del cemento	286
6.6 Evaluación del impacto de la industria del cemento, según la apreciación de los habitantes aledaños a las plantas de cemento	289
7.1 Probabilidades para $\beta$ , según los resultados de la encuesta	298
7.2 Incidencia de enfermedades relacionadas con los COP	300
7.3 Tabla de contingencia	303

## Figuras

1.1 Visión clásica de la sustentabilidad	43
1.2 Retos de la sustentabilidad	55
1.3 Sustentabilidad	56
1.4 Ciclos, árboles y subredes completas	83
1.5 Red aleatoria	83
1.6 Red de mundo pequeño	85
1.7 Tipos de redes, según el valor de $p$	86
1.8 Red libre de escala	87
3.1 Ubicación de la temática de la sustentabilidad en la estructura organizativa de Cemex: 2003 y 2006	166
3.2 Sustentabilidad y estructura organizativa de Cemex: 2011	167
4.1 Base jurídica de la regulación de la industria del cemento	202
7.1 Especificación del modelo y variables	297
7.2 Estimación del factor distancia de la variable $\beta$	308
7.3 Estimación del factor distancia de la variable $\delta$	309
7.4 Resultados, variables en cero	310
7.5 Resultados, variables beneficios y perjuicios <i>sin</i> ponderar	311
7.6 Resultados, variable beneficio <i>ponderada</i>	312
7.7 Resultados, variable perjuicio <i>ponderada</i>	313

## Gráficas

2.1 Crecimiento del producto interno bruto y producción de cemento a nivel mundial	97
2.2 Índice de liquidez	106
2.3 Rotación de inventarios	106
2.4 Razón de deuda total a activo total	108
2.5 Margen de utilidad sobre ventas	108

2.6 EBITDA a activo total	109
2.7 Rendimiento sobre activo total	110
2.8 EBITDA a capital contable	111
2.9 Rendimiento sobre capital contable	112
2.10 Cotización, volumen y rendimiento sobre el precio de la acción de Cemex	114
2.11 Cotización, volumen y rendimiento sobre el precio de la acción de Holcim	116
2.12 Cotización, volumen y rendimiento sobre el precio de la acción de Lafarge	117
2.13 Precio de cotización de la acción	119
2.14 Rendimiento diario sobre el precio de cotización, enero 2000 a diciembre 2012	122
2.15 Rentabilidad del accionista vs rentabilidad operativa del capital	124
2.16 Número de empleados de Cemex	134
4.1 Crecimiento del producto interno bruto y producción de cemento en México	191
4.2 Personal ocupado en la industria del cemento y variación porcentual	196
4.3 Remuneraciones totales al personal ocupado en la industria del cemento	197
4.4 México, consumo de energía de la industria del cemento, por tipo de combustible, 1965-2011	199
4.5 México, consumo anual de energía, nacional, sector industrial y rama del cemento, 1965-2011	200
5.1 Emisiones de CO <sub>2</sub> , unidades estacionarias por fuente	237
5.2 Emisiones de CO <sub>2</sub> , directas e indirectas	238
5.3 Producción de clinker y emisiones de CO <sub>2</sub>	239
6.1 Incidencia de enfermedades entre los miembros de los hogares entrevistados	258
6.2 Incidencia de enfermedades visuales entre los miembros de los	259

hogares entrevistados	
6.3 Opinión sobre el polvo que proviene de las plantas de cemento, en comparación con hace 10 años	261
6.4 Opinión sobre el humo que proviene de las chimeneas de las plantas de cemento, en comparación con hace 10 años	263
6.5 Opinión sobre la responsabilidad de la industria del cemento en enfermedades causadas por tóxicos emitidos al aire	270
6.6 Opinión sobre la responsabilidad de la industria del cemento en enfermedades causadas por tóxicos descargados en el agua	271
6.7 Opinión sobre la responsabilidad de la industria del cemento en el padecimiento de alguna enfermedad en su familia debido a la contaminación	272
6.8 Beneficiados y tipo de programa	274
6.9 Conocimiento sobre alguna organización local preocupada por el medioambiente	275
6.10 Opinión sobre las enfermedades referidas en el cuestionario y las actividades de las cementeras, ¿creen que hay relación?	278
7.1 ¿Con quién comparte su opinión?	301
7.2 Sobre los beneficios relacionados con la industria del cemento	303
7.3 Diagrama de dispersión	304
7.4 Histograma	305
7.5 Estimación del factor distancia de la variable $\theta_t$	306

### *Tablas*

1.1 Enfoques de la sustentabilidad	38
1.2 Visión de la empresa basada en los recursos naturales	46
2.1 Principales empresas cementeras en Estados Unidos	128
3.1 Comparación entre las acciones de los programas de eco-eficiencia de Cemex	158

3.2 Cemex: misión	161
4.1 Niveles máximos permisibles de emisión de partículas	206
4.2 Convenios y protocolos internacionales firmados por México	216
7.1 Elementos del modelo de <i>stakeholders</i>	296

## *Anexos*

1. Metodología de la investigación	365
2. Lista de índices sobre sustentabilidad	366
3. Principales países exportadores de cemento, 2006-2009	367
4. Principales países importadores de cemento, 2006-2009	368
5. Materiales sustitutos del clinker	369
6. Emisiones del sector cemento y cal a nivel nacional	370
7. Emisiones totales en el estado de Hidalgo	371
8. Emisiones totales en el Estado de México	372
9. Cruz Azul, planta Hidalgo. Producción de cemento y emisión de CO <sub>2</sub> , según fuente	373
10. Cuestionario dirigido a las familias cercanas a las plantas de cemento	374

## *Apéndice estadístico A*

A.1 Percepción sobre la incidencia de enfermedades en la región	381
A.2 Aspectos de la gestión ambiental en las plantas de cemento	382
A.3 Aspectos de la gestión ambiental en el transporte	383
A.4 Sobre la actuación de las autoridades y el combate a la contaminación	384
A.5 Legitimación de las acciones de las empresas cementeras en materia ambiental	385

A.6 Percepción sobre los beneficios derivados de la industria cementera	386
A.7 Percepción sobre los perjuicios derivados de la industria cementera	387
A.8 Apoyos a la comunidad por parte de las empresas cementeras	388
A.9 Incidentes relacionados con Ecoltec, Apaxco	389
A.10 Incidentes y medio de difusión	390
A.11 Actuación de autoridades y empresas en el caso Ecoltec	391
A.12 Relación entre enfermedades y actividades de las cementeras, ¿dónde o de quien más han escuchado esa afirmación?	392

*Apéndice estadístico B*

B.1 Comunalidades, grupo de 35 ítems	393
B.2 Matriz de componentes, grupo de 35 ítems	394
B.3 Estadísticos descriptivos	395
B.4 Comunalidades, análisis de 20 ítems	366
B.5 Varianza total explicada, grupo de 20 ítems	397
B.6 Matriz de componentes	398

## Siglas y acrónimos

---

CANACEM: Cámara Nacional del Cemento

CCS: captura y almacenamiento de carbono

CEDAAT: Centro de Diagnóstico y Alternativas para Afectados por Tóxicos

CEP: *Cemex Ecoefficiency Program*

CEPAL: Comisión Económica para América Latina y el Caribe

CFE: Comisión Federal de Electricidad

COP: compuestos orgánicos persistentes (POPs, por sus siglas en inglés)

COV: Compuestos orgánicos volátiles (VOC, por sus siglas en inglés)

CSI/ECRA/IEA: *Cement Sustainability Initiative/European Cement Research Academy/International Energy Agency*

CSI/ECRA: *Cement Sustainability Initiative/European Cement Research Academy*

CSI/IEA: *Cement Sustainability Initiative/International Energy Agency*

CSI/SINTEF: *Cement Sustainability Initiative/Stiftelsen for industriell og teknisk forskning* (Fundación para la investigación científica e industrial)

CSI: *Cement Sustainability Initiative* (Iniciativa del Cemento Sustentable)

EBITDA: *Earnings before interest, taxes, depreciation and amortization* (Ganancias antes de intereses, impuestos, depreciaciones y amortizaciones)

EHS: *Environmental, Health & Safety Report*

ESIA: *Environmental and Social Impact Assessment*

GCC: Grupo Cementos Chihuahua

GDH: grado de desarrollo humano.

GEI: gases de efecto invernadero

GM: grado de marginación

GRI: *General Reporting Initiative*

HCB: hexaclorobenceno

IDH: índice de desarrollo humano

IEA: International Energy Agency

IMg: índice de marginación

INEGI: Instituto Nacional de Estadística y Geografía

IPIB: índice de producto interno bruto per cápita  
ISO: *International Organization for Standardization*  
LGEEPA: Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente  
MATISSE: *Methods and Tools for Integrated Sustainability Assessment*  
MBA: modelación basada en agentes  
NMX-SAST-004: norma mexicana de seguridad social  
NOM: Normas Oficiales Mexicanas  
NOM-040- SEMARNAT-2002: norma oficial mexicana sobre fabricación de cemento hidráulico. Niveles máximos de emisión a la atmósfera  
NOM-EM-148: Norma Oficial de Emergencia  
OHSAS 18001: sistema de gestión de salud y seguridad laboral, por sus siglas en inglés  
ONG: Organización no gubernamental  
PBC: policlorobifenilos  
PEMEX: Petróleos Mexicanos  
PNAA: Plan Nacional de Auditoría Ambiental  
PROFEPA: Procuraduría Federal de Protección Ambiental  
RETC: Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes  
ROA: Return on assets (rendimiento sobre activos)  
ROE: Return on equity (rendimiento sobre capital)  
RP: Resto del país  
SCINCE: sistema para la consulta de información censal 2010  
SEMARNAT: Secretaría de medio ambiente y recursos naturales  
TMI: tasa de mortalidad infantil  
USGS: *US Geological Survey*  
WBCSD: *World Business Council for Sustainable Development*  
WBCSD/CSI: *World Business Council for Sustainable Development/Cement Sustainability Initiative*  
ZC: Zonas Críticas  
ZMVM: Zona Metropolitana de la Ciudad de México

## Símbolos químicos y unidades físicas

---

°C: grados centígrados

Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>: alúmina

As: arsénico

CaO: cal

Cd: cadmio

CH<sub>4</sub>: metano

CO: monóxido de carbono

CO<sub>2</sub>: dióxido de carbono

Cr: cromo

Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>: óxido férrico

GJ/t clinker: giga joules por tonelada de clinker

Gt: giga toneladas

HCl: cloruro de hidrógeno

HCt: hematocrito

Hg: mercurio

kWh: kilowatt hora

MJ/kg: megajoules por kilogramo

Mn: manganeso

Mt: millones de toneladas

ng/EQT/m<sup>3</sup>: nanogramo/Equivalencia Tóxica con respecto a la 2, 3, 7-8  
tetraclorodibenzopaeadióxina/metro cúbico.

Ni: níquel

NO<sub>x</sub>: óxidos de nitrógeno

Pb: plomo

Pj: petajoules

PM: partículas suspendidas

Ppb: *parts per billion* (partes por mil millones)

s: segundos

Sb: antimonio

Se: selenio

SiO<sub>2</sub>: dióxido de silicio

SO<sub>2</sub>: óxido de sulfuro

SO<sub>x</sub>: óxidos de sulfuro

t CO<sub>2</sub>e/t clinker: toneladas de CO<sub>2</sub>(emisiones)/tonelada de clinker

Zn: zinc

## Introducción

---

En la industria del cemento existe una incompatibilidad entre la sustentabilidad y la inestabilidad financiera a lo largo del ciclo económico. Se entiende por sustentabilidad la convergencia de los objetivos sociales, económicos y ambientales a través de un proceso social de cooperación que involucra a las empresas y a los diferentes grupos de interés. Pero este proceso ha sido afectado por las perturbaciones financieras a lo largo del desenvolvimiento económico. La inestabilidad financiera es una constante. Implica cambios en la relación ingreso-deuda de las empresas. Si bien, en la industria cementera se llevan a cabo estrategias con enfoque sustentable principalmente a través de la mitigación de dióxido de carbono, los resultados a nivel local son difusos y es débil la credibilidad de las empresas. Esta industria muestra su vulnerabilidad en la relación con la industria de la construcción. El sector de la construcción es fiel participante del proceso de financiarización y ha arrastrado a la industria del cemento profundizando su fragilidad. Esto establece una relación de causalidad entre la sustentabilidad de la industria del cemento y la inestabilidad financiera en el ciclo económico de la producción de esta industria.

Los períodos de prosperidad económica inducen a las empresas a tomar decisiones que, confiando en la permanencia de las condiciones económicas, ponen en riesgo su capacidad para cubrir sus compromisos de deuda (Minsky, 1992). La industria del cemento se vio favorecida por el boom que impulsó el mercado inmobiliario de los Estados Unidos. Entre las empresas de la industria, Cemex desarrolló una estrategia de expansión que en sus primeras fases le permitió consolidarse a nivel global como la tercera empresa líder de su ramo. Sin embargo, en el punto de quiebre del boom, la empresa adquirió a la australiana Rinker lo que la condujo a una situación de fragilidad financiera. Para la adquisición contrató deuda de corto plazo en un momento en que las condiciones económicas se tornaban desfavorables, resultado de ello, la empresa necesitó renegociar los plazos de vencimiento de la deuda contratada. Al empeorar la situación económica general, las ventas de Cemex cayeron bruscamente,

incurriendo en pérdidas. La empresa, además de reestructurar su deuda, tuvo que recurrir a la contratación de nueva deuda, así como, a la venta de activos para hacer frente a los compromisos adquiridos con anterioridad. Lafarge y Holcim, empresas líderes del mercado global, también se vieron afectadas por la desaceleración y caída económica, si bien con menos severidad que la mexicana Cemex. Lo anterior pone de manifiesto la vulnerabilidad de la sustentabilidad económica de la industria, no sólo por la influencia del ciclo económico sino también por el modo en que las empresas se relacionan con los mercados financieros. Al respecto, resulta relevante el estudio del comportamiento de las empresas cementeras con respecto al proceso de financiarización: ¿de qué modo participaron las empresas? ¿Cómo fueron impactadas por éste?

Por otra parte, se atribuye a la industria del cemento el cinco por ciento de las emisiones globales de dióxido de carbono, CO<sub>2</sub>, (Herzog, 2009: 2), uno de los principales gases de efecto invernadero que ha contribuido al cambio climático. Esto ha representado un factor de presión para que la industria del cemento adopte estrategias que mitiguen sus emisiones de CO<sub>2</sub>, lo que a su vez ha favorecido que esta industria transite de manera natural de un modelo de economía convencional a otro de economía verde; es decir, baja en carbono y de eficiencia en el uso de recursos naturales (Contanza *et al.*, 2012). Las emisiones de CO<sub>2</sub> obedecen principalmente a dos causas, la primera es que la transformación química de los insumos en clinker - elemento base del cemento - conlleva un proceso de descarbonatación, la segunda, concierne al uso de combustibles para elevar la temperatura de los hornos de cemento (WBCSD, 2010).

Al respecto, la industria del cemento ha estado investigando en las áreas de eficiencia energética y producción de clinker, uso de combustibles y materiales alternos, eficiencia en la molienda, captura y almacenamiento de carbono, sustitutos del clinker, entre otros temas (Schneider *et al.*, 2011). Además, existen estudios focalizados en tópicos relacionados con industrias nacionales; por ejemplo, sobre implicaciones de política para la industria canadiense en la

cuestión de emisiones de CO<sub>2</sub> y el cambio climático (Rehan y Nehdi, 2005), estudio de la curva de costos de reducción del CO<sub>2</sub> en Tailandia (Hassanbeigi *et al.*, 2010), análisis sobre la co-incineración de combustibles alternos en Italia (Strazza *et al.*, 2011), existen estudios sobre eficiencia energética (Stern, 1990; Sheinbaum, 1998) así como sobre las opciones de mitigación de CO<sub>2</sub> (ICF International, 2009; Houdashelt, 2009) para la industria cementera en México; y por supuesto, también se han elaborado estudios sobre el impacto ambiental de la producción de cemento en plantas en Europa y en los Estados Unidos (Chen *et al.*, 2010; Huntzinger y Eatmon, 2009). En particular, los estudios sobre impacto ambiental enfrentan la limitante de que los datos se encuentran disponibles de forma agregada, lo cual además de restringir el detalle del análisis, incurre en la variabilidad de resultados o bien que éstos no sean concluyentes.

Asimismo, las principales empresas globales se han agrupado bajo la Iniciativa del Cemento Sustentable y en conjunto han emitido una *Agenda* que contempla además de la medición, el reporte y la reducción de emisiones de CO<sub>2</sub>, el seguimiento de otras sustancias químicas, la reducción de accidentes laborales y mayor acercamiento con los diversos grupos de interés mediante programas de índole social y ecológico. (WBCSD, 2002a; 2002b; CSI-IEA, 2009, CSI-ECRA-IEA, 2009).

No obstante, si bien el uso de combustibles fósiles tiene el inconveniente de la emisión de CO<sub>2</sub>, el uso de combustibles alternos - tales como llantas, aceites y solventes - tiene el riesgo de producir no intencionalmente contaminantes altamente tóxicos como son las dioxinas y furanos (CSI-SINTEF, 2006:16). Aunque, las altas temperaturas que alcanzan los hornos de cemento son el principal argumento para el uso de dichos combustibles alternos (Rabl, 2000; Mokrzycki y Uliasz-Bocheńczyk, 2003; CSI-ECRA, 2009). Ante esta problemática, los gobiernos han decretado la obligatoriedad de reportar las cantidades de contaminantes generados e impulsado programas voluntarios, entre otras estrategias, que en conjunto promueven la sustentabilidad ambiental.

Ahora bien, la sociedad en conjunto resiente los efectos del cambio climático o de las crisis económicas y financieras, pero los primeros impactos son a nivel local. Las comunidades aledañas a las empresas son, junto con el medio ambiente, el grupo de interés más cercano a éstas. Las comunidades se benefician de la generación de empleos directos e indirectos, la implementación de programas sociales de las empresas y también son perjudicadas por las emisiones de contaminantes, el deterioro de la biodiversidad, entre otros impactos negativos. Este conjunto de impactos afectan la sustentabilidad social de las comunidades. Aunque la *Agenda* de la industria del cemento promueve la evaluación de los impactos locales, dichos reportes no existen o no están disponibles; lo que se presenta en los informes de las empresas son casos a manera de ejemplos. Ciertamente, los corporativos de las empresas emiten tanto reportes financieros como de sustentabilidad; además, a nivel local proporcionan información a los registros de emisiones y transferencia de contaminantes y participan en diversos programas voluntarios. Sin embargo, ¿las acciones que la industria ha emprendido bajo la denominación de sustentabilidad son legitimadas por la opinión de las comunidades aledañas?

Por ejemplo, en el corredor industrial Tula-Atotonilco-Apaxco se localizan cinco de las 33 plantas de cemento existentes en México, ésta es una zona de vocación cementera; ahí se albergaron las primeras empresas cementeras del país y se desarrollan actividades relacionadas con esta industria como es la calera, la del mármol y otras. En esa región están presentes las empresas cementeras transnacionales líderes como Cemex, Holcim y Lafarge. A ello se agrega la cooperativa Cruz Azul. Sin embargo, Tula-Atotonilco-Apaxco es una área crítica en términos ambientales (SEMARNAT, 2002). La zona presenta problemas de contaminación desde hace 30 años (INE-UAM, 2008). Además de las empresas cementeras, ahí se encuentran la refinería Miguel Hidalgo y la termoeléctrica Francisco Pérez Ríos. La operación de estas industrias y la falta de una adecuada regulación ambiental han dañado la calidad del aire con repercusiones en la salud de los pobladores.

Si bien la contaminación de la zona es resultado de la actividad de la industria en su conjunto, existen problemáticas específicas asociadas a la producción del cemento. En la zona, según lo reportado por las empresas cementeras en la base de datos del Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes (RETC) se emitieron 3 407 706 toneladas de CO<sub>2</sub> en 2009. Por otro lado, aunque las cantidades de dioxinas reportadas por las cementeras son aparentemente bajas, 4.336 x 10<sup>-07</sup> toneladas en 2009, existe evidencia de daños a la salud de los pobladores. En un estudio de neurotoxicidad practicado a escolares de la zona (León, *et al.*, 2010) se encontró que los niños participantes muestran afectaciones en la memoria, habiendo casos en que es grave y algunos de ellos exhiben daños en la función mental superior.

Por otra parte, también se señala un empeoramiento de las condiciones ambientales de la zona debido a la utilización del coque (obtenido como residuo de la refinación del petróleo) como combustible para los hornos de cemento (Cabrera, 2011). No obstante, las plantas están certificadas como industrias limpias por la Procuraduría Federal de Protección Ambiental (PROFEPA). De hecho, la Cámara Nacional del Cemento (CANACEM) declara que la industria del cemento “*es el único sector certificado en la totalidad de sus plantas como industria limpia*” (CANACEM, 2010). Esta divergencia pone en cuestionamiento los reconocimientos que otorgan las autoridades correspondientes y en términos más amplios la vigilancia del cumplimiento de las disposiciones ambientales. Y también remite a la cuestión: ¿qué es la sustentabilidad?

La sustentabilidad es un término que ha evolucionado de un concepto ambiguo y vago a una comprensión integral del mismo (Mebratu, 1998; Baumgärtner y Quaas, 2010; Udo *et al.*, 2009; Pintér *et al.*, 2012, Moldan *et al.*, 2012), desde su aparición en el Informe Brundtland (UN, 1987). Así mismo, ha sido abordado desde diferentes perspectivas (Mebratu, 1998), niveles, escalas geográficas y horizonte de tiempo (Cowell *et al.*, 1999). Además, ha habido consenso en que involucra las áreas económica, ambiental y social (UN, 1987; Munasinghe, 1993; Munasinghe y Cruz; 1995), aunque no de manera exclusiva (Santos *et al.* 2009;

Udo *et al.*, 2009). En lo que concierne a la empresa, ésta ha buscado implementarla mediante estrategias que van del control de la contaminación hasta otras que involucran a los grupos de interés (Hart, 1995). Dado el sesgo que ha tenido el concepto hacia las actividades ambientales, se han desarrollado, principalmente, diversos métodos de evaluación ambiental (Glavič y Lukman, 2007; Gasparatos, 2010; Pintér *et al.*, 2012; Gasparatos y Scolobig, 2012). Coincidiendo numerosos autores en la importancia de la participación de los grupos de interés en dicha evaluación (Rotmans, 2005; Jäger *et al.*, 2008; Lam *et al.*, 2010; Vazquez Brust y Liston-Heyes, 2010; Halog y Manik, 2011; Singh *et al.*, 2012). Con respecto a los grupos de interés, el estudio de las relaciones de la empresa con estos grupos fue concebido inicialmente como un elemento de la planeación estratégica; sin embargo, la propuesta sobrepasó dicho ámbito (Freeman, 2004). Asimismo, se inició el debate académico sobre quién era un grupo de interés, cualquiera que fuera afectado por la consecución de los objetivos de la empresa (Freeman, 2004), o aquéllos con un interés legítimo (Donaldson y Preston, 1995). Menos evidente, fue el reconocimiento de que el estudio de las relaciones empresa-grupo de interés no se refería a una sola dirección de esta relación sino más bien a una red de relaciones en la que la empresa está inmersa (Andriof y Waddock; 2002) y en la que cada parte ejerce cierto poder (Rowley, 1997). Esto último, pone de manifiesto que lo que subyace en el fenómeno de la sustentabilidad es un proceso de cooperación, en el que tanto la empresa como los grupos de interés son partícipes; si bien algunos autores se habían referido a la cooperación como un elemento clave (Andriof y Waddock; 2002) para la participación y cumplimiento de las reglas (Agarwal, 2002) e incluso de la necesidad de coerción mutua (Hardin, 1968; Manner y Gowdy, 2010) para la tal fin.

### *Justificación e importancia del tema*

El estudio del tema de la sustentabilidad en el área de la administración es relativamente reciente (Hart, 1995), en este sentido el trabajo de Hart es de los que ha tenido mayor continuidad, si bien, existen otros que han señalado la necesidad de renovar el enfoque de la administración y redirigirlo hacia el hombre (Aktouf, 2009). Sin embargo, la mayoría de las investigaciones han estado sesgadas hacia un aspecto de la sustentabilidad. O bien, considerando a un solo participante, pocos son los estudios que se realizan considerando a los grupos de interés (Halog y Manik, 2011; Jäger *et al.*, 2008) y estos análisis son parciales.

Además, por una parte las investigaciones sobre la industria del cemento en México han estado referidas a aspectos sobre eficiencia energética (Sternier, 1990; Sheinbaum, 1998) o bien sobre las opciones de mitigación de la industria (ICF International, 2009; Houdashelt, 2009) u otras cuestiones técnicas. Aunque es más frecuente encontrar estudios agregados, como el análisis del programa de industria limpia de Blackman *et al.* (2010) cuyos resultados sugieren que empresas sucias son atraídas al programa por presión de los reguladores sin que ello signifique un mejor desempeño ambiental. Por otra parte, existen numerosas tesis sobre Cemex, en su mayoría concerniente a aspectos económicos y financieros.

Además, en la zona de estudio se han realizado investigaciones sobre calidad del aire (SEMARNAT, 2011), sobre partículas suspendidas (Sepúlveda Sánchez, 2008); sobre compuestos volátiles (INE/UAM-I, 2008), como se observa son investigaciones referidas a un solo aspecto de la problemática de la sustentabilidad; sin embargo, existe el antecedente de un estudio con enfoque más integral, el cual buscó estimar las externalidades del sector energético para Tula (SEMARNAT/CEPAL, 2007).

Por lo anterior, resultó pertinente elaborar la presente investigación, misma que buscó integrar los tres aspectos de la sustentabilidad y estudiar cómo inciden

entre sí, además, de abordar esta problemática en el contexto del corredor industrial de Tula-Atotonilco-Apaxco.

### *Preguntas de investigación*

El planteamiento del problema que motivó esta investigación se puede sintetizar en cómo entender la sustentabilidad en la industria del cemento, qué cambios ha implicado en la administración de las empresas y qué opinan las comunidades aledañas a las plantas de los resultados de estrategias con orientación sustentable. Por lo que, las **preguntas de investigación** que guiaron la tesis fueron:

- ¿Qué es la sustentabilidad de la industria del cemento?
- ¿Qué cambios han ocurrido en la administración de las empresas cementeras a raíz de la presión internacional que tienen por ser sustentables?
- ¿De qué manera afecta la inestabilidad financiera a la sustentabilidad de la industria del cemento?
- ¿Cuál es la opinión que tienen los habitantes aledaños a las plantas de cemento en Tula-Atotonilco-Apaxco en relación con la gestión ambiental que realizan las empresas y los impactos derivados de la actividad de la industria?

### *Objetivos generales y específicos*

-Objetivos generales:

1. Explicar qué significa la sustentabilidad de la industria del cemento.
2. Exponer los cambios en las estrategias de administración de las empresas cementeras a partir de la presión internacional que tienen de ser sustentables.

3. Evaluar la percepción que tienen los habitantes aledaños a las plantas de cemento del alcance que ha tenido la gestión ambiental y los beneficios y perjuicios derivados de la actividad de la industria del cemento en Tula, Atotonilco y Apaxco.

-Objetivos específicos:

1. Analizar el desempeño económico y financiero de las empresas Cemex, Holcim y Lafarge.
2. Analizar las variables que influyen en la formación de opinión de los habitantes vecinos a las plantas de cemento sobre el impacto de la actividad de las empresas cementeras.
3. Comparar los resultados de la gestión ambiental llevada a cabo por las empresas Cemex, Cruz Azul, Holcim y Lafarge en materia de emisiones a la atmósfera en Tula, Atotonilco y Apaxco.

### *Hipótesis*

¿Qué es la sustentabilidad de la industria del cemento?

- La sustentabilidad es un proceso de cooperación, dinámico, sistémico y complejo en el cual interactúan las empresas cementeras y los grupos de interés (trabajadores, inversionistas, autoridades, comunidades, medio ambiente, entre otros) con la finalidad de que converjan los objetivos ambientales, sociales y económicos que conciernen a los involucrados.

¿Qué cambios han ocurrido en la administración de las empresas cementeras a raíz de la presión internacional que tienen por ser sustentables?

- Los cambios en la administración de las empresas cementeras comprenden la adopción de estrategias con orientación sustentable en las áreas ambiental,

social y económica las cuales han llevado a modificaciones en la estructura organizacional de la empresa.

¿De qué manera afecta la inestabilidad financiera a la sustentabilidad de la industria del cemento?

- La inestabilidad financiera es inherente al ciclo económico y perturba la convergencia de los objetivos de la sustentabilidad debido a que afecta a las empresas por dos vías, en su relación con los mercados financieros y en la relación ingreso deuda.

¿Cuál es la opinión que tienen los habitantes aledaños a las plantas de cemento en Tula-Atotonilco-Apaxco en relación con la gestión ambiental que realizan las empresas y el impacto derivado de la actividad de la industria?

- La opinión es que no hay disminución en las emisiones de contaminantes provenientes de las plantas de cemento, por lo que la industria tiene un impacto negativo debido al riesgo a la salud que representa; sin embargo, es benéfica por el empleo directo e indirecto que genera.

### *Metodología*

Esta investigación tiene un enfoque sistémico, no interesa tanto el estudio aislado de los elementos como sí el comprender y explicar las interacciones entre ellos (Jäger *et al.*, 2008; Halog y Manik, 2011). Por ello, se analizó y reflexionó sobre el tema de sustentabilidad y empresa, desde sus diferentes aristas; retroalimentando este proceso tanto con el estudio de las estrategias con enfoque sustentable implementadas por Cemex, Holcim y Lafarge en el período de 1996 a 2012 (según la disponibilidad de informes) como por el análisis del desempeño económico y financiero de éstas. Parte importante fue conocer como se reflejaba la problemática de la sustentabilidad en un contexto particular, de modo que la estadía en la zona cementera de Tula-Atotonilco-Apaxco complementó el proceso de reflexión. También fue importante conocer qué opinaban otras partes, en este

sentido, las entrevistas con representantes de diversos grupos cubrieron este aspecto. Por último, abstraer una parte de la problemática y analizarla mediante un modelo basado en agentes permitió enlazar la teoría con la experiencia empírica y cerrar la reflexión.

#### *-Método*

La investigación documental comprende:

1. La lectura crítica de las diversas propuestas teóricas sobre sustentabilidad, además de la gestión ambiental, la sustentabilidad en la empresa, la teoría de las partes interesadas e inestabilidad financiera.
2. La revisión de la legislación ambiental y los programas gubernamentales de la materia focalizados en la industria del cemento en México. En particular se revisan: la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección Ambiental así como su reglamento, la NOM-040-ECOL-2002, el Programa Especial de Cambio Climático y el Programa GEI México.
3. La revisión de los informes financieros y sobre sustentabilidad de Cemex, Holcim y Lafarge.

Investigación mixta:

La investigación comprende los siguientes elementos:

1. Encuesta a los habitantes de las viviendas cercanas a las plantas de cemento de Cemex, Cruz Azul, Lafarge y Holcim en el corredor Tula-Atotonilco-Apaxco, realizada en julio de 2012. La información generada se analizó con el paquete estadístico SPSS v. 20.
2. Se tuvieron entrevistas programadas con el Dr. Jorge Arturo de León, representante del Centro de Diagnóstico y Alternativas para Afectados por Tóxicos (CEDAAT) y con el biólogo Jaime Eduardo García Sepúlveda, director

general de operación y control de auditorías de la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA). El trabajo de campo también dio la oportunidad de entrevistar al médico Javier Navarro Montaña, del Centro de Salud Apaxco y al Sr. Misael Joel Hernández Monroy miembro activo y precursor del Movimiento Pro-Salud Apaxco-Atotonilco. Cabe aclarar que el propósito de las entrevistas fue conocer otros puntos de vista relacionados con el tema de investigación, no se planteó como intención de las mismas utilizar técnicas como el análisis del discurso u otras.

3. Contrastación de las emisiones de contaminantes generados por las plantas de Cemex, Lafarge, Cruz Azul y Holcim ubicadas en la zona Tula-Atotonilco-Apaxco, empleando la base de datos del registro de emisiones y transferencias de contaminantes (RECT) de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), período 2004-2011.
4. Análisis del desempeño financiero y económico de las empresas Cemex, Holcim y Lafarge, utilizando la base de datos Capital IQ así como los reportes financieros de las empresas.
5. Diseño y simulación de un modelo basado en agentes con el propósito de estudiar las variables que inciden en la formación de opinión de los habitantes aledaños a las plantas de cemento sobre las actividades de las empresas. Para la simulación se emplea la plataforma de NetLogo versión 5.0.1 (de acceso libre) y para la calibración de las variables se utilizaron algunos de los resultados obtenidos de la encuesta.

### *Resumen capitular*

La investigación se compone de siete capítulos. El primer capítulo tiene por objeto construir el marco teórico que apoya al resto del trabajo. De inicio, se presentan los antecedentes del término de sustentabilidad, resaltando que ésta es una noción compleja, tanto por la amplitud de su significado como por el número de participantes involucrados y la dinámica entre ellos. Después se desarrolla el concepto de sustentabilidad que da soporte a la investigación, con la base de que éste es fundamentalmente un proceso social de cooperación. Enseguida, se

presentan las razones de por qué la inestabilidad financiera es una restricción hacia la convergencia de la sustentabilidad, para ello se analizan las aportaciones de Keynes y Minsky que resultan relevantes para el tema, además de otros autores. El penúltimo apartado trata sobre cómo se interrelacionan las áreas de la sustentabilidad, haciendo notar que ésta se refiere primordialmente a aspectos ambientales. Finalmente, se presentan herramientas que complementan el análisis de las interacciones entre agentes desde una perspectiva de sistemas complejos.

El segundo capítulo trata sobre la sustentabilidad económica de las empresas Cemex, Holcim y Lafarge. Para ello se presenta el panorama general de la industria, haciendo énfasis en los niveles de producción de cemento por países principales así como el listado de los más importantes exportadores e importadores. Después, se realiza el análisis del desempeño económico y financiero de dichas empresas. Se dedica un apartado para analizar la tendencia del precio de cotización de sus respectivas acciones. Así como una sección especial para el estudio del caso de Cemex.

El tercer capítulo aborda la problemática ambiental relacionada con la industria del cemento, desde el proceso de fabricación hasta las acciones conjuntas de la industria para mitigar sus impactos. Después, se revisan por separado las estrategias implementadas por Cemex, Holcim y Lafarge, resaltando de la primera el seguimiento que pudo hacerse de la evolución de estrategias desde las orientadas a la eco-eficiencia a aquéllas con enfoque más integral en criterios de sustentabilidad. Por otra parte, del análisis de las estrategias de Lafarge sobresale el manejo que ha tenido la empresa en su política dirigida a los trabajadores en cuestión de estímulos económicos, como es la adquisición de acciones de la empresa.

El cuarto capítulo representa una transición de los aspectos macroeconómicos y corporativos abordados en los anteriores dos capítulos hacia la zona de estudio. Por ello, antes de centrarse en los aspectos locales, esta parte de la investigación trata los aspectos de la política ambiental en México que conciernen a la industria

del cemento, asimismo, se presentan los aspectos relevantes de la misma en el área económica.

El quinto capítulo versa sobre los impactos asociados con la industria del cemento a nivel local. Se presenta un panorama general de la zona de estudio, desde cuestiones geográficas de la región hasta las características más representativas de su población. Después, se presentan los resultados de diversos estudios practicados en la zona y que en conjunto permiten caracterizar la problemática ambiental que la aqueja. Finalmente, se exponen los datos referentes a la generación de empleo y emisión de contaminantes, éstos derivados de la actividad cementera en la región.

El sexto capítulo presenta los resultados obtenidos de la aplicación de la encuesta de opinión a los habitantes de la zona de estudio. Para ello se realizó un análisis descriptivo, y además, un análisis factorial que sirve de base para elaborar una escala de evaluación de la opinión.

El séptimo capítulo tiene el propósito de profundizar en el análisis de los factores que inciden en la formación de opinión y con esa finalidad se elaboró un modelo basado en agentes de cuya simulación se presentan los resultados. Hay que mencionar que para calibrar el modelo se utilizaron algunos de los hallazgos obtenidos de la encuesta y que las deducciones del modelo remiten al debate teórico de quién es un *stakeholder*.

Como cierre de la investigación se desarrolla una discusión de los principales resultados, después se presentan las conclusiones y se esbozan algunas de las líneas de investigación y sugerencias que se derivan de esta tesis.

## *Agradecimientos*

Si bien el análisis y resultados de esta investigación son de autoría y responsabilidad propia debo hacer reconocimiento a todas aquellas personas que hicieron posible y que apoyaron en más de un sentido el desarrollo de la misma.

En primer lugar agradezco a la Dirección de la Facultad de Contaduría y Administración, así como a la División de Investigación, la oportunidad que me concedieron al pertenecer al programa de formación de jóvenes investigadores. El cual fue un gran impulso tanto por los apoyos institucionales como por el respaldo del macroproyecto “Administración y Sustentabilidad”, bajo la responsabilidad de la Dra. Nadima Simón, que acogió mi tesis.

Asimismo, agradezco a cada uno de los miembros de mi comité tutor cuyas aportaciones fueron invaluable. A la Dra. Alicia Girón por su dirección y respaldo a lo largo de la investigación, así como, por los recursos que nos brindó a sus tutorados mediante el proyecto PAPIIT “IN300612. Deuda, circuitos financieros y deflación”. En ese sentido estoy en deuda con mis compañeros de los seminarios de tesis por las observaciones que hicieron a mi trabajo durante mis diversas presentaciones.

Del mismo modo, agradezco al Dr. Alfredo Díaz por el apoyo que brindó a mi trabajo a través del proyecto PAPIME “PE302611. Aplicación de la Complejidad en el análisis y solución de problemas administrativos. Materiales y actividades para su difusión”, bajo su cargo y dentro del cual puede presentar los primeros avances de la investigación.

También expreso mi gratitud a mis compañeros del seminario permanente de Industria y desarrollo sustentable por todos los comentarios que hicieron a lo largo de las presentaciones en que expuse en dicho foro. En particular, doy gracias a la Dra. Hortensia Lacayo por todas las finas atenciones que ha tenido a mi persona y trabajo desde que fui estudiante de maestría.

Mi reconocimiento al Dr. Fernando Ramírez que me auxilió en el diseño del modelo basado en agentes y que me apoyó en la presentación de los resultados parciales del mismo en diversos foros en un campo de conocimiento ajeno al mío.

También agradezco la colaboración en el levantamiento de encuestas a los estudiantes del Verano de la Investigación Científica 2012: José Luis Rodarte, Citlaly Araceli Beltrán, Sughey Montserrat Estrada, Karen Dennis Cruz Pano y Luis Felipe Hernández; así como la colaboración de mi amiga y doctorante América Pavía. A las estudiantes Susana Ursula Cortes y María de Carmen Pérez por su apoyo en la captura de los cuestionarios. Asimismo, reitero mi agradecimiento a la Coordinación del Posgrado por el apoyo financiero que otorgó para que se realizara el trabajo de campo.

De igual modo agradezco a mis amigas que tuvieron la paciencia de escuchar mis ideas y de acompañarme en esta travesía: Vianey Zavala, Magali Cárdenas y Marú Quintana. Con especial cariño recuerdo las inquietudes que compartí sobre el tema de la sustentabilidad con Susana Jiménez<sup>†</sup>.

Finalmente y con el riesgo de omitir a más personas, agradezco a mis hijos, Alejandro y Christian por respaldar cada una de mis decisiones y acompañarme con amor en la realización de mis proyectos. De igual modo a mis padres y hermanos que han sido mi soporte y testigos de mi crecimiento personal y profesional. Y a Fernando Gutiérrez por reforzar mis pasos.

# Capítulo I

## Sustentabilidad e inestabilidad financiera: incompatibilidad de procesos<sup>1</sup>

---

*“EL PROCESO social es en realidad un todo indivisible”<sup>2</sup>*

**Joseph Alois Schumpeter**

La sustentabilidad es un concepto complejo tanto por las variables involucradas y las relaciones entre ellas como por el número de agentes o participantes. La sustentabilidad estudiada como proceso (desarrollo sustentable) involucra a un gran número de agentes que interactúan desde diversos niveles de organización y que persiguen objetivos de índole social, ambiental y económico, muchas veces los intereses que hay detrás de los objetivos son opuestos entre sí; de la dinámica de interacción puede emerger una propiedad que no se encuentra de modo individual entre los agentes sino que es resultado de la interacción del colectivo y que se define como sustentabilidad cuando se trata de la convergencia entre los objetivos de las esferas social, económica y ambiental de modo que tanto las generaciones presentes como las futuras tengan las mismas oportunidades de satisfacer sus necesidades. Vista desde la empresa, la sustentabilidad es la conciliación de los objetivos propios de la empresa con los objetivos económicos, sociales y ambientales de los diversos grupos de interés que interactúan con ella, de modo que tanto la empresa como las generaciones futuras conserven las oportunidades del presente y el desarrollo sustentable es el conjunto de estrategias que la empresa implementa para tal fin. Este proceso de convergencia es afectado por la inestabilidad financiera, que es propia del ciclo económico bajo la dinámica capitalista y que se refleja en las empresas a través de cambios en la relación ingreso-deuda repercutiendo en un primer momento en la razón de endeudamiento y afectando otros indicadores de eficiencia y, en un segundo, en la sostenibilidad de la rentabilidad de modo que se pone en peligro la permanencia de la empresa.

---

<sup>1</sup> Versiones preliminares de algunas partes del capítulo se publicaron en Vera Martínez (2012) y Vera (2012).

<sup>2</sup> Joseph Schumpeter, *El desenvolvimiento económico*, FCE, p. 17.

El objetivo del capítulo es explicar la sustentabilidad como proceso y estado además de argumentar de qué modo la inestabilidad financiera afecta al proceso de desarrollo sustentable y por ende la sustentabilidad. Para ello, en primer término se presenta una serie de antecedentes del concepto de sustentabilidad que darán paso a la definición que se emplea en esta investigación. Después, se explica en qué consiste la sustentabilidad como proceso y estado. En el tercer apartado se expone porqué la inestabilidad financiera es un elemento que interfiere en la convergencia de objetivos hacia la sustentabilidad. Luego, se expone en qué consiste la interacción entre esferas desde el ámbito de la administración. Por último, se presentan algunos elementos sobre el análisis de redes y el modelado basado en agentes que serán útiles durante esta investigación.

### 1.1 Antecedentes

La sustentabilidad trata de la relación de los hombres entre sí, con la naturaleza y su actividad económica. Es un fenómeno social. Es interesante que Lester Brown en lugar de mencionar el desarrollo sustentable o la sustentabilidad se refiere a una sociedad sustentable, definiéndola “*como aquella que fuera capaz de satisfacer sus necesidades sin comprometer las oportunidades de las generaciones venideras*” (citado en Capra, 2003[2002]: 290-291). La esencia de la sustentabilidad es satisfacer nuestras necesidades sin comprometer el futuro, estas sencillas palabras han suscitado un debate no finalizado sobre cómo definir tal ideal –sustentabilidad- y cómo realizarlo –desarrollo sustentable-. Debate que bien se puede remontar a Thomas Robert Malthus y la discusión del crecimiento poblacional y la producción de alimentos (Mebratu, 1998; Gómez-Baggethun *et al.*, 2010). Sin embargo, el debate sobre la sustentabilidad ha cobrado mayor importancia en las últimas décadas debido a la agudización de los problemas relacionados con el deterioro ambiental y la pobreza. Es decir, es el debate de *cómo producir* los bienes para satisfacer nuestras necesidades y *cómo distribuir* los beneficios de la producción en el presente y *cómo continuar* haciéndolo en el

futuro. Y este *cómo* se refiere a las estrategias que se implementan en los diferentes niveles de organización social.

Antes de explicar la noción de sustentabilidad que se utiliza en esta investigación, se presentan algunos de los elementos que comprende el concepto de sustentabilidad. Empezando con el uso del término y las diferentes vertientes de estudio así como las áreas, niveles y horizonte de tiempo que involucra y finalizando con el aporte de la administración al estudio de la sustentabilidad.

### *Sobre el uso del término sustentabilidad y sus enfoques*

Es conveniente aclarar el uso de los términos sustentabilidad y desarrollo sustentable. En primer lugar, la sustentabilidad se refiere a una situación ideal en la que una sociedad satisface sus necesidades sin comprometer el futuro. En segundo, el desarrollo sustentable es el proceso mediante el cual una sociedad transita a ese ideal. Es decir, el uso del término sustentabilidad delinea una condición teórica, en tanto que, el desarrollo sustentable se refiere al proceso de transición (Cowell *et al.*, 1999).

En cuanto a los enfoques desde los cuales se han desarrollado las diversas nociones de sustentabilidad, éstos son el institucional, el ideológico y el académico (Mebratu, 1998; ver tabla 1.1). En el enfoque institucional, son precisamente las instituciones las encargadas de guiar el epicentro o motor del desarrollo sustentable a través de una plataforma e instrumentos. De los ejemplos que expone Mebratu (1998), la Comisión Mundial sobre Medio Ambiente y el Desarrollo (WCED, por sus siglas en inglés) fue la encargada de promover el crecimiento sustentable manejando como plataforma al Estado-Nación y utilizando como instrumentos a los gobiernos y las organizaciones internacionales.

**Tabla 1.1**  
**Enfoques de la sustentabilidad**

<b>Enfoque institucional</b>				
Institución	Conductores	Epicentro de la solución	Plataforma de la solución	Instrumentos (líder)
WCED	Consenso político	Crecimiento sustentable	Estado-Nación	Gobiernos y organizaciones internacionales
IIED	Desarrollo rural	Cuidado ambiental	Comunidades	ONG nacionales e internacionales
WBCSD	Interés empresarial	Eco-eficiencia	Empresas e industria	Liderazgo corporativo
<b>Enfoque ideológico</b>				
Ideología	Teoría liberatoria	Origen de la crisis ambiental	Epicentro de la solución	Centro del liderazgo
Eco-teología	Liberación teológica	Falta de respeto hacia la divina providencia	Avivamiento espiritual	Congregaciones e iglesias
Eco-feminismo	Feminismo radical	Epistemología centrada en el hombre (androcéntrica)	Jerarquía de valores ginocéntricos	Movimiento de mujeres
Eco-socialismo	Marxismo	Capitalismo	Igualitarismo social	Movimiento laboral
<b>Enfoque académico</b>				
Disciplina académica	Conductor (orientación epistemológica)	Origen de la crisis ambiental	Epicentro de la solución	Instrumentos (mecanismos de solución)
Economía ambiental	Reduccionismo económico	Subvaluación de los bienes ecológicos	Internalización de externalidades	Instrumentos de mercado
Ecología profunda	Reduccionismo ecológico	Dominio humano sobre la naturaleza	Reverencia y respeto por la naturaleza	Igualitarismo biocéntrico
Ecología social	Reduccionista-holístico	Dominación de la gente y naturaleza	Co-evolución de la naturaleza y humanidad	Replanteamiento de la jerarquía social

Fuente: elaborado con base en Desta Mebratu (1998), "Sustainability and sustainable development: historical and conceptual review", table 1. Comparative Analysis of the Institutional Version of Sustainability; table 2. Comparative Analysis of the Ideological Version of Sustainability; table 3. Comparative Analysis of the Academic Version of Sustainability, *Environ Impact Asses Rev* 18 (6), pp. 504, 506 y 510.

WCED: *World Commission on Environment and Development*

IIED: *International Institute of Environment and Development*

WBCSD: *World Business Council for Sustainable Development*

En el enfoque ideológico, las diversas corrientes se conducen por una teoría liberatoria que trata tanto el origen de la crisis ambiental como el epicentro de la solución. Por ejemplo, el eco-socialismo tiene como base teórica al marxismo, el origen de la crisis se halla en el capitalismo y el centro de la solución en el igualitarismo social el cual será propulsado por el movimiento laboral. Por último, el enfoque académico tiene como guía una disciplina académica que centra el origen de la crisis en un determinado problema y a la vez propone soluciones e instrumentos. Mebratu (1998) cita a la ecología profunda cuya orientación es el reduccionismo ecológico, centra el origen de la crisis ambiental en el dominio humano de la naturaleza y propone como solución la reverencia y el respeto por la naturaleza a través del igualitarismo biocéntrico.

Ahora bien, fue en el enfoque o ámbito institucional que se gestó el concepto de desarrollo sustentable presentado en el Informe Brundtland como: *“aquel que busca satisfacer las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras de satisfacer sus propias necesidades”* (UN, 1987: 41). Cabe destacar que la concepción inicial de la sustentabilidad ha transitado de la vaguedad y ambigüedad (Mebratu, 1998, Pintér *et al.*, 2012, Moldan *et al.*, 2012) a un enfoque integral (Pintér *et al.*, 2012), de igual modo de aspectos cualitativos a cuantitativos (Moldan *et al.*, 2012). No obstante, su concepción inicial permitió su adopción como instrumento de *“visión global con respecto al futuro del planeta”* (Mebratu, 1998; 494). Es decir, ha logrado permear en diversos ámbitos desde el político hasta el mundo empresarial, además del académico. En lo que respecta a las empresas, el Consejo Empresarial Mundial para el Desarrollo Sostenible (WBCSD, por sus siglas en inglés) ha impulsado el desarrollo de procesos eco-eficientes; ejemplo de ello es la industria del cemento que ha logrado congregarse a las más importantes empresas de la industria bajo una misma iniciativa y ha promovido la implementación de programas de mitigación de la contaminación.

En el enfoque académico, existen más vertientes que los citados por Mebratu (1998), la sustentabilidad se estudia desde la ingeniería que indaga por el diseño

de procesos más eficientes, por señalar un ejemplo, hasta las disciplinas más ligadas a la naturaleza como la ecología y la biología.

En el área económico-administrativo, la evolución teórica del concepto de sustentabilidad nos remite a los precursores de la ciencia económica; William Petty, refiriéndose al valor señalaba que la naturaleza era la madre y el trabajo el padre. Durante los siglos XVIII y XIX la discusión sobre el origen de riqueza versaba entre los factores tierra y trabajo, los fisiócratas consideraban como origen del valor a la tierra, en tanto que los clásicos consideraban ambos factores pero concebían como principal fuente al trabajo. En la discusión sobre el valor, hay que hacer la mención especial de Thomas Robert Malthus a quien se considera el primero en señalar la restricción de la naturaleza en los procesos económicos, esto es porque relacionó el crecimiento geométrico de la población y el crecimiento aritmético del uso de tierra disponible para la producción de alimentos (Mebratu, 1998; Gómez-Baggethun *et al.*, 2010). Con el advenimiento de la escuela marginalista se pone en el centro a la utilidad, y posteriormente, con los neoclásicos al mercado; así durante un largo tiempo se omitió el tratamiento de la relación naturaleza-actividad económica. (Gómez-Baggethun *et al.*, 2010, Georgescu-Roegen, 2007; Leff, 2008; Mebratu, 1998).

Es hasta la década de 1960 que se reinicia este debate; por un lado Ronald Coase y la discusión sobre las externalidades, y por otro, Nicholas Georgescu-Roegen y la entropía en la economía (Mebratu, 1998; Leff, 2008; Gómez-Baggethun *et al.*, 2010). Así, en el campo de la economía se distinguen dos corrientes de pensamiento en torno a la sustentabilidad cuyo debate “*ha generado un campo disperso y no ha logrado establecer un dominio científico homogéneo*” (Leff, 2008: 23). Dichas corrientes son la economía ambiental y la economía ecológica.

La propuesta de la economía convencional (neoclásica u ortodoxa) fue el desarrollo de la economía ambiental que:

trata precisamente del efecto que tiene la economía en el medio ambiente, la importancia del entorno ambiental para la economía y la forma apropiada **de regular la actividad**

económica, de tal manera que se logre un equilibrio entre los objetivos ambientales, económicos y de otros de tipo social (Kolstad, 2001[2000]: 1; negritas propias).

Para este enfoque, sustentabilidad “*significa que las curvas futuras de posibilidades de producción no son afectadas en forma negativa por lo que se hace en la actualidad*” (Field, 1995: 45).

Por otra parte, está la economía ecológica fundada por Georgescu-Roegen quien:

hizo notar que la producción de un bien, de una mercancía, implica extraer y transformar la naturaleza, es decir, masa y energía: y que esa transformación de masa y energía – aunque sea activada y jalonada por las leyes del mercado-, circula y se degrada según las leyes de la ecología y de la termodinámica; y en ese proceso hay una pérdida neta de energía útil –de estados de baja entropía a estados de alta entropía-, cuya manifestación más clara es la transformación de energía en calor, que es la forma más degradada, irreversible e irrecuperable de la energía, al menos en nuestro planeta (Leff, 2008: 29).

Para observar las diferencias entre ambas escuelas se consideran las categorías empleadas por Mebratu (1998): origen de la crisis, epicentro e instrumentos de solución. La economía ambiental tiene como origen de la crisis la subvaluación de los bienes ecológicos, el centro de la solución reside en la internalización de las externalidades utilizando para ello los instrumentos de mercado –el que contamina paga- (Mebratu, 1998), análisis de costo-beneficio y el análisis de riesgos, entre otros (Field, 1995). En tanto que en la economía ecológica el origen de la crisis está en la entropía generada por la economía, el epicentro de la solución está en limitar el crecimiento –limitar el consumo- y decrecer –en materia y energía- (Georgescu-Roegen, 2007; Leff, 2008; Martínez-Alier *et al.*, 2010), los instrumentos y mecanismos son adoptados desde “*un punto de vista más biofísico del valor*” (Kolstad, 2001[2000]: 6). Al respecto, Baumgärtner y Quaas (2010) señalan que la sustentabilidad económica es la interacción de los conceptos y métodos de ambas escuelas y no una parte exclusiva de alguna de ellas.

Interesa conocer las diferencias entre ambas porque las ideas que subyacen tanto en la economía ambiental como en la economía ecológica son el sustento bajo los

cuales se diseñan las estrategias de administración con orientación sustentable (Vazquez Brust y Liston-Heyes, 2010: 1211).

La presente investigación se basa en el enfoque académico; sin embargo, también se exponen los instrumentos que se han implementado desde el ámbito institucional y que conciernen al objeto de estudio.

### *Sobre las áreas de la sustentabilidad, niveles y horizonte de tiempo*

La sustentabilidad involucra a diversas áreas en las que nuestras acciones tienen lugar, las de mayor reconocimiento son la social, la económica y la ambiental que fueron propuestas desde la definición de desarrollo sustentable en el Informe *Brundtland*. En el área económica los gobiernos han buscado la estabilidad *macroeconómica* y el crecimiento de sus economías así como las empresas la eficiencia y la rentabilidad. Con el desarrollo sustentable se busca que estos objetivos sean compatibles con el abatimiento de la pobreza, el empoderamiento de la gente y la conservación de la diversidad cultural –esfera social-, y además, con la conservación de la biodiversidad, el empleo de los recursos naturales y la prevención y mitigación de la contaminación –esfera ambiental-. En el Informe *Brundtland* se hace énfasis en las necesidades de los pobres como una prioridad absoluta y en la capacidad del medio ambiente para satisfacer las necesidades presentes y futuras (UN, 1987: 41).

De modo que la sustentabilidad es la conjugación de objetivos sociales (de distribución), especialmente la *mitigación de la pobreza*, que se reconocen como distintivos y tan importantes como la *eficiencia económica*, además de, la *protección al ambiente* (Munasinghe, 1993; Munasinghe y Cruz, 1995). Así, la sustentabilidad es la intersección de las esferas social, económica y ambiental (figura 1.1). Los puentes entre esferas –intersecciones entre dos- implica aquellos espacios de solución e instrumentos. Por ejemplo, para Munasinghe (1993) y Munasinghe y Cruz (1995) entre las esferas ambiental y económica están la

valoración de los recursos naturales y la internalización de los costos ambientales. En la intersección entre las esferas ambiental y social están los instrumentos de participación de la población tanto para conservación como para la discusión de los temas ambientales; y qué acciones implementar hoy para que las futuras generaciones continúen teniendo acceso a los recursos naturales así como aquellas para conservar nuestra biodiversidad. Por último, entre las esferas social y económica están los programas de asistencia y de empleo que promuevan la equidad entre los miembros de esta generación.

**Figura 1.1**  
**Visión clásica de la sustentabilidad**



Fuente: adaptado de Muhan Munasinghe y Wilfrido Cruz (1995), "Economy wide Policies and the Environment. Lesson from Experience", *World Bank Environment Paper, no. 10*, The World Bank for Reconstruction and Development/The World Bank, p. 8.

Hay que señalar que la interpretación de Munasinghe (1993) y Munasinghe y Cruz (1995), sobre las esferas e interacciones, es principalmente desde una perspectiva

macroeconómica de la corriente ortodoxa, en la que las instituciones son las principales promotoras de la sustentabilidad. En general, no creo que haya objeción en cuanto a lo imperante de los problemas de la pobreza y del medioambiente, la discusión se halla en las propuestas de solución e instrumentos.

Algunos autores han considerado otras áreas; por ejemplo, Udo *et al.* (2009) argumentan que simultáneamente la sustentabilidad social (prerrequisito) y la sustentabilidad tecnológica pueden facilitar la sustentabilidad ambiental en el largo plazo asumiendo una buena gobernanza y capacidad de administración de la infraestructura. Y para Santos *et al.* (2009) la sustentabilidad se extiende más allá del ambiente para incluir las dimensiones del desarrollo económico, social, equidad y el contexto étnico y tecnológico. Sin embargo, en esta investigación se adoptan como áreas básicas de la sustentabilidad las esferas social, económica y ambiental.

Ahora bien, al señalar que Munasinghe (1993) y Munasinghe y Cruz (1995) hacen su interpretación desde el nivel macroeconómico implica que existen otros niveles desde los cuales se puede abordar la sustentabilidad. Estos niveles se presentan en diferentes escalas: geográfica, organizacional, ciclo de vida del producto o material y temporal (Cowell *et al.*, 1999: 281). Las escalas geográfica y organizacional no tienen una delimitación estricta, dependen del observador. La escala geográfica se refiere a la localización espacial de la zona que se estudia, ya sea una localidad, un ecosistema, el territorio de un determinado país o todo el planeta. La escala organizacional, puede ser desde la familia, la empresa, la industria, la sociedad, el gobierno o el mundo. Combinando ambas escalas se tienen los niveles micro, meso y macro, o bien, el local, nacional e internacional. La escala del ciclo de vida del producto o material se trata de descomponer el proceso de producción de los bienes y en cada etapa evaluar los impactos que se derivan (Cowell *et al.*, 1999: 282). Por último el horizonte de tiempo, desde la definición de desarrollo sustentable del Informe *Brundtland* se aprecian dos momentos: el presente y el futuro. Se deben atender los problemas del presente y

a la vez prospectar los escenarios deseables. Cowell *et al.* (1999: 282-283) señalan que el horizonte de tiempo empleado en los análisis influye en los criterios que se adoptan en términos de sustentabilidad.

En el desarrollo sustentable la ciencia de la administración tiene el papel significativo de dirigir el proceso. En general, en cualquier nivel de organización se requiere de administrar la transición hacia la sustentabilidad. En particular, la administración ha contribuido a la sustentabilidad desde dos áreas de estudio: la estrategia y las partes interesadas.

### *La sustentabilidad y la administración*

La administración, concebida como la adecuación entre medios y fines -donde la adecuación es la estrategia-, desde la sustentabilidad implica repensar el cómo conciliar los objetivos de la empresa con los de una sociedad sustentable. Es el *cómo* satisfacer las necesidades, específicamente, el *cómo* producir sin comprometer el futuro. También es el *cómo* distribuir los beneficios de la producción entre los diversos participantes: accionistas, trabajadores, proveedores, clientes, gobierno. Y la consideración de otros beneficiados o perjudicados como son las comunidades vecinas a las empresas y el medio ambiente. Es decir, es la orientación de las estrategias de la empresa y sus relaciones con las partes interesadas hacia la sustentabilidad.

Stuart Hart (1995) es uno de los pioneros en incorporar la noción de la sustentabilidad en el estudio de la empresa. Hart (1995: 986) hace una crítica a la teoría de la administración y en particular a la teoría de los recursos y capacidades al señalar que *“ésta sistemáticamente ha ignorado las restricciones biofísicas impuestas por la naturaleza”*. Además, incorpora la perspectiva del desarrollo sustentable como una de las estrategias a seguir por las empresas: *“es probable que la estrategia y ventaja competitiva en los próximos años va a tener sus raíces en las capacidades que facilitan la actividad de la economía ambientalmente*

*sustentable - una visión de la empresa basada en los recursos naturales*” (Hart, 1995: 991).

Hart (1995) considera tres niveles de estrategias con enfoque sustentable que las empresas pueden implementar (ver tabla 1.2). La primera de ellas es la prevención de la contaminación en la cual se busca minimizar las emisiones de efluentes y residuos, es decir, tanto la reducción de emisiones – al aire, agua, suelo-, como de otros residuos o desperdicios generados. Esta estrategia utiliza como herramienta la mejora continua de los procesos y repercute en menores costos.

**Tabla 1.2**  
**Visión de la empresa basada en los recursos naturales**

Capacidad estratégica	Motor ambiental	Recurso clave	Ventaja competitiva
Prevención de la contaminación	Minimizar emisiones, efluentes y residuos	Mejora continua	Menores costos
Administración de productos	Minimizar los costos del ciclo de vida de los productos	Integración de las partes interesadas	Adelantarse a los competidores
Desarrollo sustentable	Minimizar la carga ambiental del crecimiento y desarrollo de las empresas	Visión compartida	Posición futura

Fuente: Stuart Hart (1995), “A natural-Resource-Based View of the Firm”, *The Academy of Management Review* 20 (4), p. 992.

La segunda estrategia, la administración de productos se refiere a cómo minimizar los impactos del ciclo de vida de los productos. Es decir, en cada etapa del proceso se evalúan los impactos económicos, sociales y ambientales. Para ello se requiere la integración de las partes interesadas; por ejemplo, un proceso determinado podría depender del suministro de un proveedor, por lo que la empresa requeriría que éste también cumpliera con las especificaciones en materia ambiental o laboral que ella está interesada en cubrir. Según Hart (1995) esta estrategia permite a la empresa adelantarse a sus competidores. El tercer nivel de estrategia es el desarrollo sustentable, en el cual se busca minimizar la carga ambiental del crecimiento y desarrollo de la empresa. En este nivel no sólo se integran a las partes interesadas sino que la empresa trabaja con ellas en una

visión compartida que le permite, de acuerdo a Hart (1995), alcanzar una posición futura. Implica legitimidad y permanencia.

Se observa que conforme las estrategias con enfoque sustentable significan metas más altas, la empresa requiere de alianzas de mayor compromiso con los diversos grupos con los que interactúa. Las llamadas partes interesadas constituyen todo aquel individuo o grupo con los cuales la empresa interactúa. En el proceso hacia una sociedad sustentable, los grupos de interés son el elemento que presiona, legitima, premia o castiga las acciones de las empresas.

El término de *stakeholders*, partes interesadas o grupos de interés se atribuye a Marion Doscher quien en 1963 lo utilizó para hacer referencia a “*la valoración creativa, razonamiento intuitivo, y la participación de la gente en todas las relaciones de una empresa*” (Slinger, 1999: 136). Sin embargo, es a partir de la publicación de *Strategic Management: A Stakeholder Approach*, de Edward Freeman en 1984, que fue mayor la adopción del concepto (Donaldson y Preston, 1995; Rowley, 1997; Steurer, 2006).

De acuerdo con Freeman (2004) los *stakeholders* son cualquier grupo o individuo que puede afectar o es afectado por la consecución de los objetivos de las empresas o corporaciones. Por su parte, Donaldson y Preston (1995), señalan que se trata de personas o grupos con *intereses legítimos* en procedimientos o aspectos sustantivos de la actividad empresarial.

Uno de los aspectos centrales del planteamiento de Freeman (2004) es proponer como *unidad de análisis* en la planeación estratégica a *las relaciones* con las partes interesadas. Las relaciones o interacciones empresa-partes interesadas son consideradas un tema de administración, *en el más amplio sentido del término* (Donaldson y Preston, 1995; Freeman, 2004; Steurer, 2006), permeando a toda la organización.

The stakeholder theory is **managerial** in the broad sense of that term. It does not simply describe existing situations or predict cause-effect relationships; it also recommends attitudes, structures, and practices that, taken together, constitute stakeholder

management. Stakeholder management requires, as its key attribute, simultaneous attention to the legitimate interest of all **appropriate** stakeholders, both in the establishment of organizational structures and general policies and in case-by-case decision making<sup>3</sup> (Donaldson and Preston, 1995: 67; negritas propias).

Los tópicos sobre los *stakeholders* han versado desde argumentar el porqué la empresa debe invertir en las relaciones con aquéllos que tienen un interés en ella, el discutir si la empresa debe proteger en particular el interés del accionista (*shareholders*) o el de las otras partes interesadas (*stakeholders*), así como, identificar la legitimidad de los grupos de interés, es decir, distinguir cuáles individuos o grupos debe considerar la empresa como un *stakeholder* clave, hasta los estudios que buscan evidencia empírica sobre la relación entre el desempeño social y el desempeño financiero (Freeman, 2004). Generalmente estas investigaciones han considerado como objeto de estudio a la empresa, a los *stakeholders* o un tema en particular -como podrían ser los derechos humanos, la protección ambiental o el desarrollo sustentable, entre otros- (Steurer, 2006). Sin embargo, Andriof y Waddock (2002) señalan un cambio en la perspectiva con que se aborda la teoría de las partes interesadas, de ser estudios centrados en la empresa donde los *stakeholders* son sujetos a administrar, hacia estudios donde **la empresa está inmersa en una red** en la cual las relaciones y procesos son vistos desde la empresa-*stakeholders*, considerándose aspectos tales como la reciprocidad, la interdependencia y el poder. Es decir, no se enfocan en el sujeto *per se* sino en las interacciones entre ellos. Destacan la **colaboración** (o cooperación) como un elemento clave en el establecimiento y permanencia de la relación, la cual denominan capital social, así como para la creación de la red de relaciones.

Hasta aquí se observa que la sustentabilidad -satisfacer nuestras necesidades sin comprometer el futuro-, es un concepto y un proceso, además que su definición

---

<sup>3</sup> La teoría de los *stakeholders* es de **administración** en el sentido amplio del término. No se limita a describir situaciones existentes o predecir las relaciones causa-efecto, sino que también recomienda actitudes, estructuras y prácticas que, en conjunto, constituyen la administración de [la relaciones con] las partes interesadas. La administración de [las relaciones con] los *stakeholders* requiere, como su ámbito clave, la atención simultánea a los intereses legítimos de todas las partes interesadas **pertinentes**, tanto en el establecimiento de las estructuras organizativas y políticas generales y en la toma de decisiones caso por caso. (Negritas propias).

se nutre desde diferentes enfoques, abarca diversas áreas de nuestra realidad y busca la confluencia entre ellas e implica diferentes escalas de espacio, organización y tiempo. Es una noción compleja y a continuación se explica porqué.

*“[N]os hemos acostumbrado a aceptar una serie de hechos no analizados, y en lugar de penetrar en forma más profunda el interior de las cosas, consideramos como elementos lo que en realidad son combinaciones complejas”<sup>4</sup>*

**Joseph Alois Schumpeter**

## 1.2 Sustentabilidad

La sustentabilidad es un asunto social. Al representar las áreas y escalas en la sustentabilidad, no se trata de la relación entre entidades abstractas, sino que son individuos que están interactuando con otros individuos (y con su medio ambiente) desde esas diferentes áreas y escalas. Cabe enfatizar que el reto es ser una sociedad sustentable, y ahí es donde radica la naturaleza compleja de la sustentabilidad.

Los sistemas complejos –entre los que se hallan el hombre y la sociedad- se suelen caracterizar, no definir. Es decir, se pueden listar un conjunto de rasgos que poseen; sin embargo, no hay una convención sobre la definición de qué es un sistema complejo o qué es la complejidad. *Grosso modo*, los sistemas complejos están compuestos por un número bastante grande de agentes autónomos que interactúan entre sí y el estado del sistema cambia al transcurrir el tiempo como resultado de las interacciones no-lineales entre agentes, esto es, los procesos que dan lugar las interacciones simplemente **no se pueden descomponer en sus partes para estudiarlas y después sumarlas** (Miramontes, 1999).

En cuanto a las características o manifestaciones que acompañan a estos sistemas, entre ellas, se encuentran (Miramontes, 1999):

---

<sup>4</sup> Joseph Schumpeter, *El desenvolvimiento económico*, FCE, p. 169.

- La propiedad de frustración
- No linealidad
- Rupturas de simetría
- Criticalidad autoorganizada
- Generación de propiedades emergentes, como la agregación, la sincronización, entre otras.
- Sensibilidad a las condiciones iniciales

La propiedad de frustración de un sistema se presenta cuando las interacciones entre los agentes son **conflictivas** y no se pueden satisfacer todas las restricciones del mismo; los sistemas están sujetos a dinámicas globales y restricciones locales (Miramontes, 1999). La linealidad “*significa que podemos obtener un valor para el todo sumando los valores de sus partes*” (Holland, 2004[1995]:31). La no linealidad significa que no aplican el principio de superposición y el factor de proporcionalidad. La ruptura de simetría es el proceso en el cual se pierde la homogeneidad del sistema (Cocho y Miramontes, 2000) y da lugar a propiedades emergentes, las cuales “*son el resultado de los procesos en paralelo que se llevan a cabo en un sistema complejo y su naturaleza es intrínsecamente colectiva; surgen en cada nivel sucesivo de complejidad y no se pueden deducir de los componentes del sistema*” (Miramontes, 1999:76). Es decir, son propiedades que no se encuentran en los agentes del sistema sino que surgen de la interacción de éstos. La agregación es una propiedad de los sistemas complejos que consiste en la emergencia de “*comportamientos complejos a partir de interacciones agregadas de agentes menos complejos*” (Holland, 1995[2004]: 27). Por ejemplo, en la organización de la materia, los sistemas complejos se hallan a partir de la escala de la vida: desde la célula, pasando por los órganos, el individuo –de los reinos animal y vegetal- hasta llegar a los llamados sistemas sociales.

¿Qué significa lo anterior en términos de sustentabilidad? En primer lugar, que al estudiar la sustentabilidad se están estudiando *las interacciones entre individuos y con su medio ambiente*. En segundo, con respecto a la propiedad de frustración, estas interacciones pueden estar en conflicto; por ejemplo, la decisión de llevar a cabo un proyecto de energía alterna al carbono para lo cual se desaloja –

“mediante compensación económica”- a los originarios del lugar, el proyecto surge de la necesidad de sustituir el uso de hidrocarburos; sin embargo, se contraponen a los intereses de los residentes del lugar de la ejecución del mismo (véase (v.) Beas, 2012:31; Rojas, 2013a:39, 2013b:36; Vélez y Moreno, 2013:28; Vélez, 2013:34). Otro ejemplo son los planes de expansión de las empresas que se ven afectados por la marcha de la economía mundial. En tercer lugar, según la no linealidad, estudiar la sustentabilidad va más allá de observar las acciones aisladas de los individuos y sólo sumarlas para entender el fenómeno, no opera la superposición.

Hasta aquí se han mencionado algunos aspectos del proceso, ahora toca aludir a una característica muy especial de los sistemas complejos: las propiedades emergentes. La sustentabilidad es una propiedad del colectivo, surge en cada nivel sucesivo de complejidad –de organización- y no se halla presente en los individuos de manera aislada. Es decir, es el resultado de las interacciones entre agentes, surge en diferentes niveles –sustentabilidad local y global- y la propiedad no se encuentra *per se* en los individuos. Por ejemplo, la inconformidad y presión por parte de grupos ecologistas y de consumidores ante la explotación de las selvas tropicales (v. Greenpeace México, 2011a, 2011b, 2011c), la contaminación de ríos (v. Greenpeace México, 2012a, 2012b, 2013a, 2013b, 2013c), o la perforación del Ártico para explotar su petróleo (v. Greenpeace México, 2012c, 2013d) ha dado lugar a cambios en las conductas de las empresas –de prácticas irresponsables a otras con orientación sustentable-; ese cambio, en el cual no hay una autoridad central que regule a las empresas – es decir, que ordene a la empresa qué hacer o no hacer- sino que es resultado de la interacción entre la empresa con los consumidores y grupos de derechos humanos o ecológicos, es una propiedad emergente. Se trata de una emergencia local o sustentabilidad local si este cambio ocurre para una empresa o para un conjunto de empresas similares y si el conciliar los objetivos económicos, sociales y ambientales entre empresa y partes interesadas se da para todo el conjunto de empresas que operan en el mundo se estaría hablando de una emergencia global o sustentabilidad global.

Al existir conflicto entre los intereses de los individuos, se observa que la sustentabilidad, en términos sociales, requiere de la cooperación entre agentes<sup>5</sup>. Esta cooperación consiste en dejar el interés individual y de corto plazo por el interés general<sup>6</sup> y a largo plazo, eso es que las generaciones futuras tengan las mismas oportunidades de las presentes pero también que entre los miembros de esta generación existan dichas oportunidades. ¿Cómo promover la cooperación? Las normas son un mecanismo que regulan los conflictos entre grupos inclusive sin la necesidad de una autoridad central (Axelrold, 1997). Se dice que una norma “*existe en una sociedad dada en la medida que los individuos suelen actuar de cierta manera y a menudo son castigados cuando se observa que no actúan de dicho modo*” (Axelrold, 1997: 47). Desde diversas áreas se está impulsando que todos adoptemos una manera de conducirnos con empatía y solidaridad hacia los demás y con responsabilidad<sup>7</sup> hacia nuestro medio ambiente, es decir, se está promoviendo la adopción del desarrollo sustentable como una norma; cuando esta conducta exista en la sociedad sin que haya una autoridad central que regule el comportamiento de sus miembros, entonces, el desarrollo sustentable será una norma establecida y mayor la probabilidad de constituir una sociedad sustentable. Entre los mecanismos de promoción o de apoyo a las normas están: las metanormas, el dominio, la internalización, la disuasión, la aprobación social, la afiliación, las leyes y la reputación (Axelrod, 1997: 41, 55-63):

- Metanorma. Está basada en la voluntad de castigar no sólo a quien infringe una norma sino también a quien falta en castigar al infractor. Las metanormas promueven el autocontrol del sistema cuando el costo de incumplimiento es mayor que el beneficio obtenido de la infracción, es decir, cuando no hay estímulo para quebrantar la norma.

---

<sup>5</sup> Ciertos autores identificaron la cooperación como un elemento relevante para llevar a cabo acciones orientadas hacia el desarrollo sustentable, destacando la importancia de la cooperación para la participación y cumplimiento de las reglas (Agarwal, 2002), así como, la red de relaciones colaborativas que se forma entre participantes (Andriof y Waddock, 2002). Sin embargo, no señalan que la sustentabilidad es en esencia un proceso de cooperación.

<sup>6</sup> Investigaciones recientes han explorado comportamientos alternos a la racionalidad que no podían ser capturados por el modelo económico estándar. Tales comportamientos son el altruismo y el altruismo por castigo, ello con base en la neurociencia y en la teoría de juegos evolutiva (Manner y Gowdy, 2010).

<sup>7</sup> Garrett Hardin (1968: 1247) al referirse a los problemas de contaminación –entre otros concernientes a la tragedia de los comunes- señala que “los acuerdos sociales que producen responsabilidad son acuerdos creados por la coerción [mutua]”.

- Dominio. Consiste en la imposición de la norma por parte de un grupo –con poder o de gran número- sobre los demás grupos.
- Internalización. Se presenta cuando psicológicamente es más doloroso incumplir con la norma que el beneficio obtenido por su infracción, inclusive si el beneficio es material. Axelrod señala que si la internalización de una norma es fuerte entre todos los individuos entonces no habrá incentivo para su inobservancia y la norma será estable; pero que ello dependerá del grado de identificación de los individuos con el grupo y con el grado de legitimidad en que son vistos tanto la norma como sus promotores, entre otros factores.
- Disuasión. Consiste en llevar a cabo acciones que desalienten el incumplimiento de la norma.
- Aprobación social. Es un principio definido por la psicología social como aquello que la gente decide que es el comportamiento correcto y, de acuerdo con Axelrod, es el mecanismo que mejor apoya el establecimiento de una norma.
- Afiliación. Consiste en la incorporación voluntaria a un grupo que trabaja por un fin común. En cuanto a la posibilidad de que se afilien aquellos que desean fingir estar cooperando, Axelrod menciona que este mecanismo hace menos atractivo el infringir la norma por parte de los afiliados. Por otra parte, permite a personas con ideas afines interactuar entre sí y el propio acuerdo para formar el grupo ayuda a definir qué se espera de sus participantes.
- Leyes. Es la formalización de una norma. Con las leyes se suma la fuerza del Estado a los mecanismos privados de promoción de las normas, proveyendo además de inspectores, policías, jueces, etc., que además de vigilar el cumplimiento de las disposiciones, sancionan a los infractores. Asimismo, las leyes tienden a definir de modo más claro las obligaciones a las que están sujetos los individuos en comparación con las normas informales (no plasmadas en una ley).
- Reputación. Este mecanismo, se remite al principio de señalización, el quebrantar una norma provee a los demás señales sobre el tipo de persona que se es, es decir, aporta información sobre el comportamiento futuro del infractor. Dado que la reputación es la opinión que tienen los demás sobre un individuo, es decir, es la manera en que lo recuerdan, funciona como incentivo para observar las normas.

Se observa que los mecanismos antes descritos indican diversos tipos de interacción entre individuos. En términos de sustentabilidad, los mecanismos están asociados a diversos *stakeholders*, considerando desde las instituciones internacionales, pasando por organizaciones empresariales globales así como gobiernos nacionales hasta llegar a los consumidores, trabajadores y comunidades. El establecimiento del desarrollo sustentable como una norma de

conducta tanto del ciudadano común, como del gobierno y la empresa requiere del involucramiento de todos.

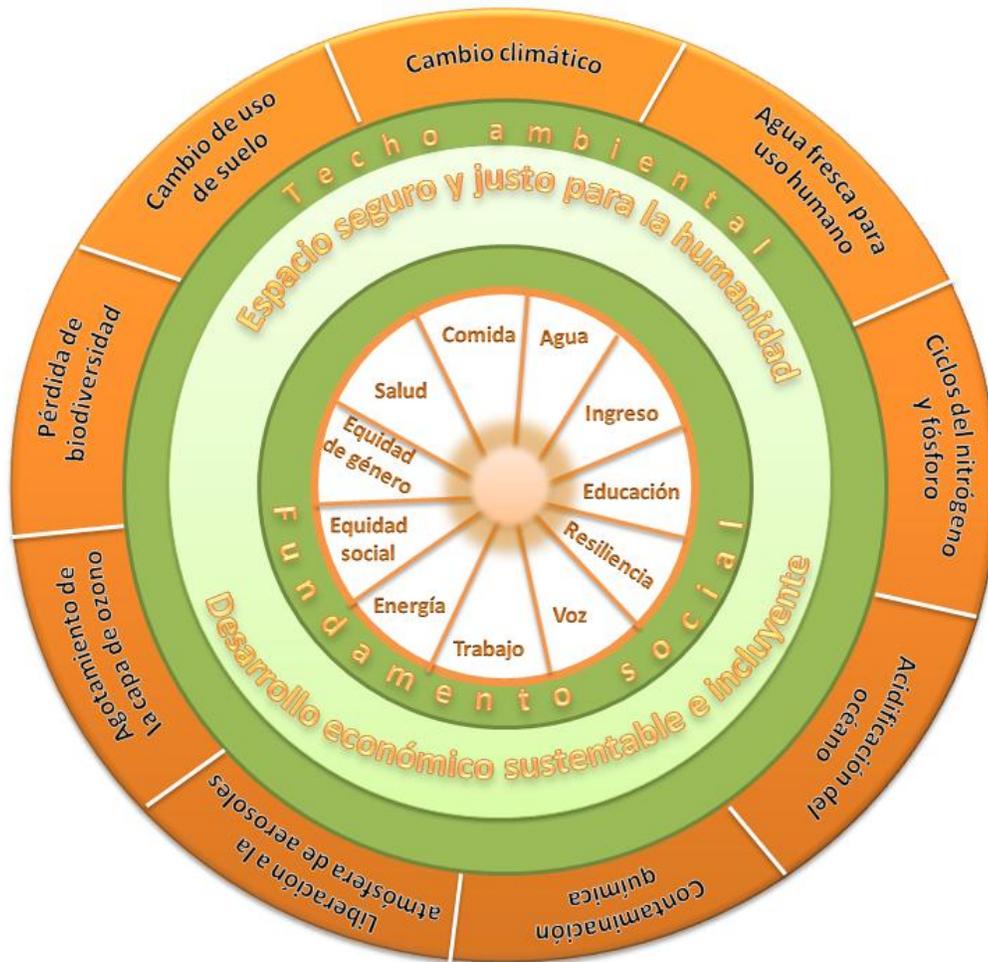
El supuesto central de esta investigación es que la sustentabilidad es un proceso social de cooperación caracterizado por la convergencia de los objetivos sociales, económicos y ambientales de las actividades humanas, de tal modo que tanto las generaciones presentes como futuras tengan las mismas oportunidades de vivir bien; es decir, tener acceso a la salud, vivienda, educación, recreación, así como empleos dignos y bien remunerados.

Entonces, la sustentabilidad no sólo implica la valorización de los recursos naturales para hacer frente a su escasez y frenar la pérdida de biodiversidad o a la internalización de los costos ambientales, sino, también la implementación de los mecanismos necesarios para enfrentar los problemas de deterioro de la capa de ozono, la acidificación de los océanos, el cambio climático, procurar el acceso de agua fresca para uso humano, etc.; tampoco se limita al crecimiento económico, la eficiencia o la rentabilidad, sino que se debe privilegiar el desarrollo incluyente, reflejándose en aspectos cualitativos –como la equidad social y de género, el ingreso y su distribución, el acceso a energía, agua, alimentos, educación, etc.- más que por el crecimiento producto interno bruto de las economías. (Figura 1.2).

Ahora bien, la sustentabilidad es un estado –la convergencia de objetivos- resultado de un proceso dinámico, sistémico y complejo en el cual interactúan las empresas y otros grupos de interés (trabajadores, inversionistas, gobiernos, autoridades, comunidades, medio ambiente, entre otros). (Figura 1.3).

Visto por escalas espaciales y de organización, las empresas están situadas en un espacio local y las comunidades son las primeras en recibir los impactos positivos y negativos –empleo y contaminación, por mencionar-. Sin embargo, las disposiciones que deben observar, por ejemplo en materia la laboral y fiscal, son de aplicación nacional; en particular, existen actividades que por su riesgo ambiental son reglamentadas y vigiladas por el gobierno desde el nivel federal.

**Figura 1.2**  
**Retos de la sustentabilidad**

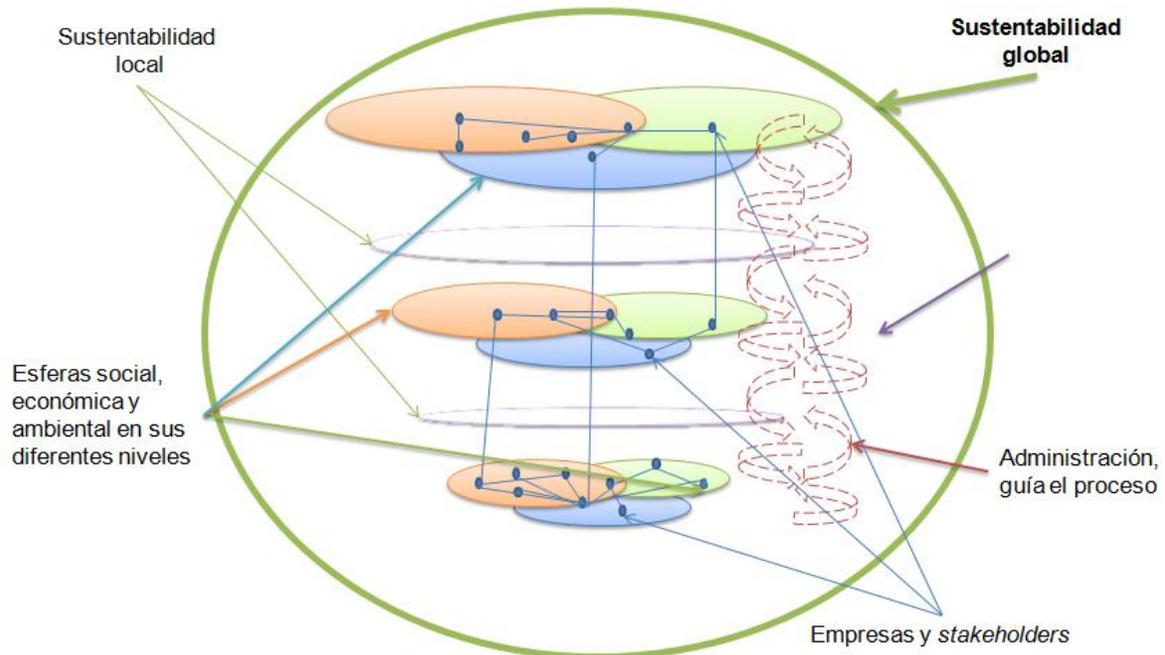


Fuente: adaptado de Roberto Constanza *et al.*, 2012, *Building a Sustainable and Desirable Economy-in-Society-in-Nature*, Naciones Unidas/División para el desarrollo sustentable, Nueva York, p. 17.

Así, la empresa además de interactuar con la comunidad, lo hace con las autoridades competentes de orden local y nacional. Por otra parte, el consumidor al que se dirige la producción no es necesariamente del mercado local, bien puede estar en los mercados nacional o internacional. En el último caso, si el consumidor es de un mercado exigente, la empresa para mantener su posición en el mercado se cuidará de cumplir con los lineamientos internacionales y las mejores prácticas. A esto se aúna que si la empresa cotiza en la bolsa o en diferentes bolsas,

entonces, también buscará responder a las expectativas de rendimiento de los inversionistas y a su vez será más vulnerable a los cambios en los mercados financieros. En este contexto ¿cómo se promueve el desarrollo sustentable?

**Figura 1.3**  
**Sustentabilidad**



Fuente: elaboración propia con base en Pedro Miramontes (1999), "El estructuralismo dinámico", en Santiago Ramírez (coord.), *Perspectivas en las teorías de sistemas*, Siglo XXI, México, pp. 70-82; Fritjof Capra (2002[2003]), *The Hidden Connections*, Doubleday, Nueva York (trad. de David Sempau, *Las conexiones ocultas. Implicaciones sociales, medioambientales, económicas y biológicas de una nueva visión del mundo*, Editorial Anagrama, Barcelona); Desta Mebratu (1998), "Sustainability and sustainable development: historical and conceptual review", *Environ Impact Asses Rev* 18 (6), pp. 493-520; Stuart L. Hart (1995), "A natural-Resource-Based View of the Firm", *The Academy of Management Review* 20 (4), pp. 986-1014.

En términos generales se distinguen dos tipos de acciones: las de arriba hacia abajo y las de abajo hacia arriba. Desde las primeras, la argumentación es que el desarrollo sustentable es dirigido desde las instituciones internacionales como las Naciones Unidas y que a través de sus organismos y programas dirigen los

esfuerzos de los gobiernos o el WBCSD que promueve la afiliación de las empresas en grupos con fines comunes en materia de desarrollo sustentable.

En el siguiente nivel hacia abajo estarían los gobiernos que a través de la política nacional -ya sea económica, ambiental, laboral, educativa o social- y con mayor énfasis mediante sus leyes y reglamentos establecen e inducen el comportamiento de sus conciudadanos y empresarios; también a nivel nacional las empresas están organizadas en cámaras y asociaciones que trabajan por objetivos comunes en cuestiones de sustentabilidad. Visto de abajo hacia arriba, las comunidades presionan a la propia sociedad, así como, a las empresas y gobiernos, para adoptar cambios en su comportamiento; o bien, las empresas apoyan a sus distribuidores y clientes en la implementación de prácticas sustentables o integran a los grupos vulnerables de la comunidad en su cadena de suministro. Las acciones no siguen un sólo sentido, están actuando tanto de arriba hacia abajo como de abajo hacia arriba; si bien, de arriba hacia abajo los individuos están organizados en estructuras jerárquicas y disponen de instrumentos de coerción (legislación, vigilancia, sanciones, etc.), y de abajo hacia arriba, el organizar sus demandas y adherir a otros es parte de la problemática que enfrentan para conseguir sus objetivos debido a que su dinámica está sujeta a un proceso de auto-organización, es decir, no existe un regulador central que organice o dictamine su comportamiento.

Se ha argumentado que la sustentabilidad emerge en cada nivel sucesivo de complejidad, en la figura 1.3 se representa a nivel local y global, pero es más que eso. Considerando la sustentabilidad desde los diversos niveles de agregación y siendo ésta un fenómeno social, los niveles de interés son los individuos que a su vez conforman las familias, empresas, gobiernos y otro tipo de organizaciones en diferentes escalas espaciales y de organización. En este sentido, la sustentabilidad global representa la de todo el sistema, es decir el mundo entero, la armonía de la humanidad y su planeta; y la sustentabilidad local se refiere a la que surge en niveles inferiores de agregación.

Así como el reconocimiento de las interacciones entre empresas y su extensión a las interacciones con los grupos de interés es un punto importante para identificar aquellos elementos que tienen mayor influencia para inducir un cambio de comportamiento por parte de las empresas; también, es necesaria la activa participación del gobierno en la regulación de los aspectos que inducen a la inestabilidad financiera del sistema, de modo que las acciones que se implementen en materia de sustentabilidad tengan mayor probabilidad de reflejarse en una sociedad sustentable.

### I.3 La inestabilidad financiera como restricción a la sustentabilidad

*“Los teóricos clásicos se asemejan a los geómetras euclidianos en un mundo no euclidiano que, al descubrir que en la realidad las líneas aparentemente paralelas se encuentran con frecuencia, las critican por no conservarse derechas [...] No obstante, en verdad, no hay más remedio que tirar por la borda el axioma de las paralelas y elaborar una geometría no euclidiana. Hoy la economía exige algo semejante [...] el supuesto de la igualdad entre el precio de demanda y el de oferta de la producción total es el que debe considerarse como el “axioma de las paralelas” de la teoría clásica”*

**J. M. Keynes<sup>8</sup>**

La inestabilidad financiera del sistema capitalista es el resultado de las interacciones entre agentes -en particular, en ausencia de controles centrales-; es decir, la inestabilidad es inherente al sistema, y se manifiesta en los diversos niveles de agregación del mismo. Adam Smith fue el pionero en abordar la emergencia de los fenómenos de agregación en los campos de la economía y la administración (v. Holland, 2004[1995]: 111; v. Ball, 2010[2004]: 213). Primero al describir cómo la división de trabajo en la fábrica de alfileres aumentaba la producción de ésta, y después, al identificar al ingreso anual de la sociedad como *“el valor en cambio del total producto anual de sus actividades económicas”* (Smith, 2012[1776]:402). Smith identificó estas propiedades emergentes en una etapa temprana del capitalismo; sin embargo, la complejidad del sistema pronto

---

<sup>8</sup> J. M. Keynes, 2012[1936]. *Teoría general de la ocupación, el interés y el dinero*, FCE, pp. 48 y 52.

rebasó sus planteamientos y sus sucesores –en el sentido de estudiosos de la economía- no tuvieron la visión para captar los mecanismos endógenos del sistema que lo conducen a su inestabilidad, con notables excepciones como Karl Marx y tiempo después, J. M. Keynes y sucesores –ahora sí, en el sentido de escuela- destacando entre ellos a H. Minsky.

Smith observó que “*la división del trabajo [... es] la consecuencia gradual, necesaria aunque lenta, de una cierta propensión de la naturaleza humana que no aspira a una utilidad tan grande: la propensión a permutar, cambiar y negociar una cosa por otra*” (Smith, 2012[1776]: 16). Es decir, que el ser humano tiene la propensión a interactuar. En particular, la división del trabajo es un proceso de cooperación y desde la perspectiva de Smith, la motivación para cooperar no reside en el bienestar general sino en el interés personal:

No es la benevolencia del carnicero, el cervecero o del panadero la que nos procura el alimento, sino la consideración de su propio interés. No invocamos sus sentimientos humanitarios sino su egoísmo; ni les hablamos de nuestras necesidades, sino de sus ventajas (Smith, 2012[1776]:17).

En el contexto económico que vivió y estudió Smith, la transición del sistema capitalista mercantil al industrial, observó que la competencia –la interacción-, entre agentes –compradores y vendedores-, era el mecanismo que permitía que el precio de mercado *gravitara* alrededor del precio natural (v. Smith, 2012[1776]:54-57).

El precio de mercado de cada mercancía en particular se regula por la proporción entre la cantidad de ésta que realmente se lleva al mercado y la demanda de quienes están dispuestos a pagar el precio natural del artículo, o sea, el valor íntegro de la renta, el trabajo y el beneficio que es preciso cubrir para presentarlo en el mercado (Smith, 2012[1776]: 55).

Es decir, para Smith, la competencia entre agentes es el mecanismo de autorregulación del sistema, sin necesidad de una autoridad central –el gobierno-. De hecho, hay quienes se atreven a resumir la obra de Smith como “*dejar sólo al mercado que él se cuidará de sí mismo*” (Ball, 2010[2004]: 213), esto es, como “*el*

*manifiesto del credo liberal del siglo XIX*” (Arrighi, 1999[1994]: 294) extendido a nuestros días por quienes apoyan el modelo de la economía convencional (Contanza *et al.*, 2012: 2-3).

Pero, el planteamiento de Smith fue válido para las circunstancias de su tiempo. Smith apelaba por el libre comercio motivado por las implicaciones de “*la gran empresa de la época* [las compañías estatutarias por acciones]” que obstaculizaba el desarrollo de los talleres y pequeñas fábricas y no tanto por la “*existencia de un Estado poderoso*” (Arrighi, 1999[1994]: 294).

Sin embargo, la escuela clásica- Say, Ricardo, y sucesores, Marshall, Pigou, etc.- fue la que proveyó a la economía de un cuerpo lógico, que constituye el modelo económico predominante, y que además, ha justificado la desigualdad en la distribución del ingreso, entre otras injusticias sociales “*como un incidente inevitable en la marcha del progreso*” (Keynes, 2012[1936]: 37, 62).

Desde la perspectiva de Keynes (2012[1936]: 39), los postulados de la teoría clásica que no se han discutido lo suficiente son que:

I. *El salario es igual al producto marginal del trabajo.*

...

II. *La utilidad del salario, cuando se usa determinado volumen de trabajo, es igual a la desutilidad marginal de ese mismo volumen de ocupación.*

Precisa que los postulados de la teoría clásica sólo se refieren a un caso particular –el pleno empleo- que poco contribuye a la solución de los problemas económicos que vivimos (Keynes, 2012[1936]: 37). Además aclara que, si la economía estuviera en condiciones de pleno empleo no habría objeción alguna a la teoría clásica (Keynes, 2012[1936]: 354). Desafortunadamente no es el caso que se tengan condiciones de pleno empleo y mucho más desafortunado es que se insista en la aplicación de políticas que siguen deprimiendo el consumo y desincentivando la inversión, lo cual nos aleja como sociedad del logro de los objetivos económicos y sociales de la sustentabilidad.

Uno de los aspectos centrales de la discusión de Keynes sobre la teoría clásica es que ésta tiene la convicción “*de que el dinero no trae consigo diferencias reales, excepto las propias de la fricción, y de que la teoría de la producción y la ocupación pueden elaborarse [...] como si estuvieran basadas en los intercambios “reales”, y con el dinero introducido superficialmente en un capítulo posterior*” (Keynes, 2012[1936]: 50-51). Esto es, considerar las interacciones entre los agentes simplemente como si viviéramos en una economía de “trueque” (Keynes, 2012[1936]: 51).

Por su parte, Keynes tenía clara la complejidad del sistema, sabía que era necesario estudiarlo como un todo y que era erróneo extender al sistema en su totalidad las conclusiones derivadas del estudio de sus partes aisladas, aunque dichas conclusiones fuesen correctas (Keynes, 2012[1936]: 28). Por ello, su investigación la orientó a estudiar los agregados y en particular, aquellas variables claves del sistema, siendo éstas las expectativas y la *eficiencia marginal del capital*<sup>9</sup>, de la cual menciona que:

La curva de eficiencia marginal del capital es de fundamental importancia porque la expectativa del futuro influye en el presente principalmente a través de este factor (mucho más que a través de la tasa de interés). (Keynes, 2012[1936]: 155).

Además, está el factor psicológico de las expectativas a corto y largo plazo, que también inciden en la decisión de inversión.

Los planteamientos de Keynes, cuya vigencia sigue presente, son pertinentes en la temática de la sustentabilidad. En primer lugar, es importante reconocer el nexo que hay entre la curva de eficiencia marginal del capital, la tasa de interés y el pleno empleo porque es a través de este nexo que se pueden desarrollar políticas que tiendan a generar empleos en un esquema de producción de emisiones bajas o cero carbono -además de incorporar otros criterios de sustentabilidad- y con ello, a la vez que se hace el tránsito hacia una economía verde, se fomenta la verdadera lucha contra la pobreza –una política económica que incentive el

---

<sup>9</sup> Es la “relación entre el rendimiento *probable* de un bien de capital y su precio de oferta o reposición” (Keynes, 2012[1936]: 147; cursiva propias).

empleo-. En segundo lugar, entender el papel de las expectativas y de cómo se toman las decisiones permite comprender cómo inciden en la inestabilidad del sistema.

Al respecto, el sistema es endógenamente inestable porque se deriva de la naturaleza humana que se refleja en las interacciones de los agentes. Keynes encuentra que la inestabilidad se debe a la especulación y al modo propio en que se toman las decisiones. La especulación la define como “*prever la **psicología del mercado***” en tanto que la empresa o espíritu de empresa es “*prever los rendimientos probables de los bienes **por todo el tiempo que duren***” (Keynes, 2012[1936]: 166; negritas propias). Es decir, la especulación está asociada con los cambios de ánimo del mercado y la empresa con la eficiencia marginal del capital y el largo plazo.

Keynes consideraba que los especuladores y sus burbujas por sí solos pueden no hacer daño, pero que, la situación era muy diferente cuando la economía dependía de estas burbujas:

Los especuladores pueden no hacer daño cuando sólo son burbujas en una corriente firme de espíritu de empresa; pero la situación es seria cuando la empresa se convierte en burbuja dentro de una vorágine de especulación. Cuando el desarrollo de capital de un país se convierte en subproducto de las actividades propias de un casino, es probable que aquél se realice mal.” (Keynes, 2012[1936]: 167).

Sin embargo, existe un remedio sencillo contra la especulación: la “*implementación de un impuesto fuerte sobre todas las operaciones de compraventa*” (Keynes, 2012[1936]: 168). Además de la especulación, la inestabilidad también se deriva del modo en que se toman las decisiones. Al respecto, Keynes arguye que una característica de la naturaleza de las decisiones humanas es la *fogosidad*, es decir, el arrebatado que motiva al hombre a emprender una empresa, a llevar a cabo una acción:

...parte de nuestras actividades positivas dependen más del optimismo espontáneo que de una expectativa matemática, ya sea moral, hedonista o económica. (Keynes, 2012[1936]: 169).

Es decir, que en la toma de decisiones está ausente una racionalidad pura. De hecho, Keynes considera que se necesita de la combinación de la fogosidad y del análisis para el desarrollo de una empresa: “*la iniciativa individual solamente será adecuada cuando el cálculo razonable esté apuntalado y soportado por la energía animal*”. (Keynes, 2012[1936]: 169). Sin embargo, la presencia de la fogosidad y el análisis no es garantía del éxito de la empresa, algunos empresarios lograrán que éstas florezcan pero otros perderán lo invertido, ello, también es causa de inestabilidad. Al mismo tiempo, Keynes identifica dos factores principales que han contribuido a aumentar la inestabilidad del sistema:

Con la **separación entre la propiedad y la dirección** [de los negocios] que priva hoy, y con el **desarrollo de mercados de inversión organizados**, ha entrado en juego un nuevo factor de gran importancia, que algunas veces facilita la inversión, pero también **contribuye a aumentar mucho la inestabilidad del sistema**. (Keynes, 2012[1936]: 160; negritas propias).

Con respecto al primero, Keynes señala que antaño el emprender una empresa era visto como una inversión de largo plazo, un modo de vida. Pero con la profesionalización de la administración de las empresas, si bien ha permitido aumentar la eficiencia de éstas, se ha modificado el propósito de la inversión, debido a que al desligarse de la dirección, se ha fomentado la recolocación de la inversión entrando en juego el desarrollo de los mercados financieros. De hecho, Keynes sentencia que “*a medida que mejora la organización de los mercados de inversión, el riesgo del predominio de la especulación aumenta*” (Keynes, 2012[1936]: 166-7).

Ante los hechos de la incapacidad del sistema económico “*para procurar la ocupación plena y su arbitraria y desigual distribución de la riqueza y los ingresos*” (Keynes, 2012[1936]: 349), así como la inestabilidad inherente al mismo, es que, contrario a Smith que abogaba por la autorregulación de los agentes, Keynes argumenta la necesidad de controles centrales:

Espero ver al Estado, que está en situación de poder calcular la eficiencia marginal de los bienes de capital a largo plazo sobre la base de la conveniencia social general, **asumir**

**una responsabilidad cada vez mayor en la organización directa de las inversiones**  
[...]

El estado [sic] tendrá que ejercer una influencia orientadora sobre la propensión a consumir, a través de su sistema de impuestos, fijando la tasa de interés y, quizá por otros medios. Por otra parte, parece improbable que la influencia de la política bancaria sobre la tasa de interés sea suficiente por sí misma para determinar otra de inversión óptima. Creo, por tanto, que una socialización bastante completa de las inversiones será el único medio de aproximarse a la ocupación plena; aunque esto no necesita excluir cualquier forma, transacción o medio por los cuales la autoridad pública coopere con la iniciativa privada [...] No es la propiedad de los medios de producción la que conviene al estado [sic] asumir. Si éste es capaz de determinar el monto global de los recursos destinados a aumentar esos medios y la tasa básica de remuneración de quienes los poseen, habrá realizado todo lo que le compete.” (Keynes, 2012[1936]: 171, 353-354; negritas propias).

El papel del Estado, que define Keynes, es de vital importancia en términos de sustentabilidad. Se necesita que éste sea el promotor de las inversiones necesarias para transitar a una economía que no sólo disminuya sus impactos en la naturaleza sino que coadyuve en su recuperación, además, el Estado debe intervenir para procurar una mejor distribución de la riqueza y del ingreso. Así mismo, está en facultad de ejercer mecanismos que inhiban la especulación:

Por lo tanto, en la práctica podríamos proponernos (y eso no tiene nada de imposible) lograr un aumento en el volumen de capital hasta que deje de ser escaso, de manera que **el inversionista sin funciones no reciba ya bonificación alguna**; y elaborar un plan de imposición directa que deje a la inteligencia, a la determinación, a la habilidad ejecutiva del financiero, al empresario *et hoc genus omne* (que seguramente están tan orgullosos de su función que su trabajo podría obtenerse mucho más barato que ahora) servir activamente a la comunidad en condiciones razonables de remuneración. (Keynes, 2012[1936]: 352; negritas propias).

Keynes suponía que la intervención del Estado para proveer de capital representaría la *eutanasia del rentista* -y de la opresión que éstos ejercen-, aunque consideraba que la transición del capitalismo rentista a otro tipo de capitalismo sería un proceso gradual, lento, pero que no habría necesidad de movimientos revolucionarios (Keynes, 2012[1936]: 352). El vaticinio de Keynes sobre el riesgo del predominio de la especulación que se ha ido constatando con

cada crisis financiera, aunado al cambio climático, representan dos hechos que han apoyado a las diversas voces que claman por la regulación del sistema y del modo en que se concibe a la economía.

Es necesario enfatizar Keynes, en su postura, aún considerando la intervención del Estado, tenía bastante claro que era conveniente conservar las ventajas que el individualismo aporta a nuestra sociedad (Keynes, 2012[1936]: 356), a nuestra forma de organizarnos.

...el individualismo es la mejor salvaguarda de la libertad personal si puede ser purgado de sus defectos y abusos, en el sentido de que, comparado con cualquier otro sistema, amplía considerablemente el campo en que puede manifestarse la facultad de elección personal. También es la mejor protección de la vida variada...las funciones de gobierno, que supone la tarea de ajustar la propensión a consumir con el aliciente para invertir [...] son el único medio practicable de evitar la destrucción total de las formas económicas existentes, como por ser condición del funcionamiento afortunado de la iniciativa individual. (Keynes, 2012[1936]: 356).

Por último, al asumir el Estado la responsabilidad y facultades de control central de la actividad económica, Keynes preveía que también se modificarían las relaciones internacionales debido a que dichas facultades se ejercerían a través de la política interna.

Pero si bien las naciones pueden aprender a procurarse la ocupación plena con una política interna (y, debemos añadir, si pueden lograr también el equilibrio en la tendencia de su población) [...] Todavía quedaría lugar para la división internacional del trabajo y para el crédito internacional en condiciones adecuadas [...] El comercio internacional dejaría de ser lo que es, a saber, un expediente desesperado para mantener la ocupación del interior. (Keynes, 2012[1936]: 357).

En suma, se requiere que el Estado ocupe un papel protagónico en la guía de las inversiones, bajo criterios de sustentabilidad, y en general en el impulso de políticas públicas articuladas entre sí que fomenten la sustentabilidad en todos los ámbitos de la vida nacional.

Se aprecia que Keynes se ocupa tanto de las interacciones, en el nivel de toma de decisión, como de las propiedades emergentes, los agregados económicos. Su análisis, tal como él señaló, es sistémico y da cuenta de la complejidad del mismo. Otros autores han continuado con la línea que Keynes trazó y han contribuido a profundizar en la comprensión de la inestabilidad del sistema, a continuación se revisan las ideas básicas de aquellos cuyo enfoque se aproxima al de la empresa.

### *La hipótesis de la inestabilidad financiera*

Minsky profundiza el análisis de Keynes con respecto a la inestabilidad del sistema. En ese sentido, Minsky reconoce que *“en la economía capitalista el pasado, el presente y el futuro están enlazados no sólo por las características de los bienes de capital [eficiencia marginal del capital y su relación con las expectativas] y de la fuerza laboral sino también por sus relaciones financieras.”* (Minsky, 1992: 4). Al respecto, el análisis de estas relaciones no se puede restringir a la estructura de deuda y flujo de caja de los negocios, es necesario considerar a los demás participantes del sistema: hogares, gobierno así como a otras entidades internacionales. Cuyas relaciones han incrementado la complejidad de la estructura financiera. (Minsky, 1992: 5).

La hipótesis de la inestabilidad financiera, desarrollada por Minsky, trata del *“impacto de la deuda en el comportamiento del sistema así mismo incorpora la manera en que dicha deuda es validada”*. Identificando para las unidades económicas, tres tipos de relaciones ingreso-deuda: cobertura, especulativa y finanzas *Ponzi*. (Minsky, 1992: 6-7).

En la posición cubierta, las empresas cubren las obligaciones contraídas a través del flujo de caja que generan sus operaciones. En la posición especulativa, pueden cumplir con sus obligaciones en la “cuenta de resultados” inclusive cuando no pueden cubrir el principal con el flujo de caja. Pero, para ello se necesita recurrir a la “renovación” de su pasivo, es decir, solicitar dispensas y enmiendas,

etc., a los acreedores. En la posición de finanzas *Ponzi*, el flujo de caja generado por las operaciones no es suficiente para cubrir el pago del principal e intereses contraídos por la deuda; teniendo las empresas que recurrir a la venta de sus activos y/o la contratación de más deuda para el pago de sus compromisos previos. (Minsky, 1992: 7).

¿Cómo es que una empresa transita de una posición financiera a otra? La hipótesis de inestabilidad financiera de Minsky se basa en dos teoremas. El primero, la economía presenta regímenes financieros en los que su comportamiento es estable –caracterizados por posiciones de cobertura-, y regímenes financieros en los que es inestable –posiciones especulativas y *Ponzi*, y que su vez, aumentan las desviaciones del sistema-. El segundo, en los períodos de prolongada prosperidad, la economía transita de relaciones financieras que hacen estable el sistema a relaciones financieras que lo hacen inestable. (Minsky, 1992: 7-8). Es decir, la bonanza económica provoca períodos de euforia, en éstos los hombres de negocios deciden emprender nuevas inversiones confiando en que las condiciones se mantendrán, lo que conlleva a asumir más deuda, y por otra parte, los especuladores también contribuyen al crecimiento de la burbuja. Cuando la economía empieza a dar señales de inestabilidad -incumplimiento de pagos de tarjetas de crédito así como de hipotecas, bajas ventas, disminución de la rentabilidad- las empresas pueden empezar a recurrir a renegociaciones o reestructuraciones de sus pasivos. Conforme se expande la inestabilidad por el sistema, habrá empresas que necesiten recurrir a contratar nueva deuda para cumplir con la deuda –pago del principal e intereses- contraída con anterioridad, de hecho, habrá empresas que deban vender sus activos e inclusive algunas quebrarán.

¿Cómo se relaciona la hipótesis de la inestabilidad financiera con lo argumentado por Keynes y cómo incide en la sustentabilidad? La causa primaria que interviene en los cambios de relación ingreso-deuda, es la toma de decisiones por parte de la empresa, la cual está compuesta por los dos elementos que señaló Keynes: la fogosidad y la información analizada. Minsky encuentra que en las fases de boom,

hay una euforia que incentiva a abandonar las posiciones de cobertura por las especulativas, es decir, se puede asumir que en esa fase predomina la fogosidad en la toma de decisión, lo que incide en aumentar la inestabilidad del sistema. Con relación a la sustentabilidad, baste recordar que dos de los pilares básicos de la sustentabilidad económica son la rentabilidad y la estabilidad. Al cambiar la relación ingreso-deuda de cobertura a especulativa se pone en peligro la sostenibilidad de la rentabilidad y aumenta la inestabilidad del sistema, al cambiar a finanzas *Ponzi*, la rentabilidad se afecta, pudiendo llegar al extremo de la bancarrota, lo cual incide en aumentar aún más la inestabilidad del sistema.

El patrón que observó Minsky representa una estructura básica que se acompaña o reviste de las circunstancias propias del momento histórico de la economía capitalista. Así, en las últimas décadas se han desarrollado un conjunto de características presentes en los mercados financieros y en los agentes económicos que se denominan financiarización, y que el propio Minsky anticipó al señalar a la titulización como una nueva forma de financiamiento del sistema económico (Girón y Chapoy, 2013: 177).

### *El predominio de las finanzas y la maximización del valor del accionista*

El término financiarización, entendido *grosso modo* como el predominio de las finanzas<sup>10</sup>, puede referirse a cuestiones tanto macroeconómicas como microeconómicas, para esta investigación se hará referencia a las que atañen a la empresa. En particular Orhangazi (2008: 864) usa el término financiarización “*para designar los cambios que han tenido lugar en la relación entre las corporaciones no financieras [la empresa] y los mercados financieros*”. Este autor, con base en un estudio sobre la financiarización y la acumulación del capital en las

---

<sup>10</sup> Girón y Chapoy (2013: 171) señalan a la titulización y la financiarización como “*la gran causa de la actual crisis financiera*”. Describen a la financiarización como un proceso de compra-venta de activos o títulos financieros, formalmente la definen como “*el proceso mediante el cual la rentabilidad del capital financiero, a través de la innovación financiera, supera a las transacciones del sistema monetario internacional*” (2013: 173).

corporaciones no financieras de Estados Unidos que realizó para el período de 1973 a 2003 encontró como características (Orhangazi, 2008:864):

- El incremento en la inversión en activos financieros y filiales financieras por parte de las corporaciones no financieras, así como el incremento de la participación de los ingresos provenientes de estas actividades.
- El incremento de la presión de los mercados financieros hacia las corporaciones no financieras.
- La transferencia de los ingresos de las sociedades financieras hacia los mercados financieros bajo las formas de pago de intereses, pago de dividendos y recompra de acciones.

Un aporte del análisis empírico realizado por Orhangazi (2008: 882-3) fue encontrar soporte – aunque no concluyente- a su idea de que la financiarización tiene efectos negativos en el comportamiento de la inversión de las empresas y consecuentemente en la acumulación real del capital. En primer lugar, el incremento de la inversión en activos financieros en detrimento de la inversión real. En segundo, que el incremento de los pagos financieros deja a las empresas con menores fondos disponibles para invertir, acota el horizonte de planeación de la administración e incrementa la incertidumbre y eso deriva en menores niveles de inversión.

Por otra parte, Lazonick y O’Sullivan (2000) también realizan un estudio sobre empresas de los Estados Unidos. Los autores hallan un cambio en el comportamiento de la inversión que realizan las empresas y explican éste como el cambio del principio de gobierno corporativo de “retener y reinvertir” por el de “reducir el tamaño y distribuir” que se enfoca en la maximización de valor para el accionista. Lazonick y O’Sullivan (2000) argumentan que la mayoría de las empresas de los Estados Unidos se rigieron bajo el principio de gobierno corporativo de “retener y reinvertir” en el período que comprendió el fin del siglo XIX y principio del XX hasta la década de 1970. Dicho principio consistía en que las empresas tendían a retener tanto el dinero que ganaban como el personal que empleaban, es decir, reinvertían en capital físico –nuevas plantas y equipo- y en sus recursos humanos. Este principio que había favorecido al crecimiento de las

empresas contribuyó a su menor desempeño durante las décadas de 1960 y 1970 por dos razones, según Lazonick y O'Sullivan (2000), la primera fue que las empresas crecieron mucho en cuanto al número de divisiones y tipos de negocios, y la segunda, fue el surgimiento de nuevos competidores provenientes de Europa y Japón. Ellos identifican la propuesta de la teoría de la agencia como la respuesta a esta problemática:

... los teóricos de la agencia sostuvieron que era necesario un mercado de adquisiciones que, funcionando como un mercado de control, pudiera disciplinar a los administradores cuyas empresas se desempeñaran deficientemente. La tasa de retorno sobre el capital accionario fue la medida de su desempeño superior, y la maximización de valor para el accionista se convirtió en su credo. (Lazonick y O'Sullivan, 2000:16).

Esto que recomendaban los teóricos de la agencia fue posible, de acuerdo con Lazonick y O'Sullivan, por el advenimiento de otros dos factores: la aparición de los inversionistas institucionales (fondos mutualistas, fondos de pensiones y compañías de seguros de vida) y el desarrollo de la tecnología computacional. Así, los accionistas obtuvieron "*mayor poder colectivo para influir en los rendimientos y en los valores de mercado de las acciones que poseían*" (Lazonick y O'Sullivan, 2000: 16). Además de los factores mencionados, los autores señalan que al recibir acciones de la empresa como parte de las remuneraciones de los administradores se influyó en la toma de decisiones de éstos. El mayor costo del cambio de estrategia lo pagaron los trabajadores.

Bajo el principio de "retener y reinvertir" fue posible que muchos de los *stakeholders* ganaran: los trabajadores recibían salarios altos, tenían mayor estabilidad del empleo y mejores condiciones de trabajo; los proveedores y distribuidores podían obtener mayores ganancias e incluso sus trabajadores se beneficiaban de éstas; los consumidores podían adquirir productos a bajos precios; los dividendos hacia los accionistas se podían mantener e inclusive incrementarse; y todavía era posible que las empresas dispusieran de fondos para reinvertir, dentro y fuera de los Estados Unidos. (Lazonick y O'Sullivan; 2000:25).

Sin embargo, bajo el principio de “reducir el tamaño y distribuir” se hizo “*énfasis en cortar el tamaño de la fuerza de trabajo empleada, en un intento de aumentar la rentabilidad sobre los recursos propios*” (Lazonick y O’Sullivan, 2000:18). Los efectos de esta estrategia en la economía de los Estados Unidos, después de tres décadas, son (Lazonick y O’Sullivan, 2000:30):

- Desigualdad en el ingreso y en la distribución de la riqueza. Por una parte, Lazonick y O’Sullivan encontraron significativas diferencias salariales, y por otra, una alta concentración en la posesión de los activos financieros en pocas familias.
- Enfoque estratégico de la innovación: inversión “estrecha y concentrada”. Este tipo de inversión requirió de personal con habilidades basadas en un nivel educativo alto. No obstante, las empresas han mostrado poco interés para invertir en la educación de su personal y en general en el sistema educativo de los Estados Unidos.

Las características observadas en la financiarización son compatibles con la hipótesis de la inestabilidad financiera de Minsky. De hecho, aumentan la vulnerabilidad de las empresas ante cambios del entorno financiero. También, hacen notar el augurio de Keynes de que en la medida que los mercados financieros fueran más organizados aumentaría la especulación en los mismos. ¿Cómo atañen a la sustentabilidad? Por una parte, aumentan la inestabilidad del sistema, además de favorecer la inversión en activos financieros en lugar de la inversión física. Por otra, el privilegiar la creación del valor para el accionista ha sido en detrimento del trabajador, ya sea porque se reduce su número o sus compensaciones y condiciones (lo que ha llevado a la pauperización del empleo) o bien porque al no seguir invirtiendo en actividades productivas se deja de generar empleo.

Ahora bien, la contundencia del hecho del cambio climático (Drexhage y Murphy, 2010: 13-14) ha obligado a revisar el modo en que se produce, los hábitos de consumo y en general, repensar en la relación del hombre con la naturaleza. Asimismo, la ocurrencia de frecuentes crisis económicas y financieras (UNEP: 2011: 12) también ha sido motivo de reflexión, aunque es fuerte la resistencia a cambiar el giro del modelo de crecimiento.

Es cierto que de modo aislado, algunas actividades económicas se han reorientado a un modelo de economía verde, con base en un crecimiento desacoplado del uso de carbono como energético y uso eficiente de otros materiales. Sin embargo, lo anterior no es suficiente, tanto porque dicho cambio de modelo ha sido aislado como porque no está contemplando la sustentabilidad en un sentido amplio. Una propuesta alterna es el modelo de economía ecológica, el cual hace énfasis en que la atención debe pasar del crecimiento al desarrollo “*en el verdadero sentido de la mejora en el bienestar sustentable del ser humano*” (Constanza *et al.*, 2012: 2). Transitar a este modelo supone reflexionar en que “*más no siempre es mejor*” (Constanza *et al.*, 2012: 2) y rescatar la idea de que el “*gobierno [debe desempeñar] un papel central, incluyendo nuevas funciones como árbitro, facilitador y mediador en un nuevo conjunto de instituciones comunes de activos*” (Constanza *et al.*, 2012:3), lo que es compatible con los planteamientos de Keynes al respecto. La propuesta de la economía ecológica tiene origen en los planteamientos de Georgescu-Roegen, mismos que han continuado desarrollándose por diversos autores; sin embargo, es hasta una fecha muy reciente que ha sido acogida por las Naciones Unidas en un documento que expone los principales argumentos del “*modelo de economía ecológica*” (Constanza *et al.*, 2012). En tanto que las propuestas vertidas en dicho modelo permean en la economía y sociedad, a continuación se presentan aquellos elementos que han constituido la principal estrategia del enfoque sustentable, la cual es la vía de interacción entre las esferas de la sustentabilidad.

#### 1.4 Intersecciones entre esferas, estrategias con enfoque sustentable y las partes interesadas: el privilegio de la esfera ambiental

Se mencionó que en las intersecciones entre dos esferas –ambiental, económica y social- se encuentran los espacios de solución e instrumentos que permiten que dichas áreas converjan, en este sentido, con base en la taxonomía<sup>11</sup> de Glavič y Lukman (2007) se explica cómo operan las intersecciones y la relación con las estrategias con enfoque sustentable y las partes interesadas.

Cabe la aclaración que cuando se cita la intersección entre esferas se trata de los objetivos relacionados con dichos ámbitos, entonces, el modo en que se intersectan son mediante la formulación de planes, programas, proyectos, etc., o sea, a través de una estrategia con enfoque sustentable. Las estrategias con enfoque sustentable están compuestas por una serie de *reglas* que *orientan* las *acciones* a desarrollar, lo que Glavič y Lukman (2007) denominan principios, enfoques y estrategias.

Los principios o reglas están enraizados en cada ámbito (económico, social y ambiental). Glavič y Lukman (2007:1876) señalan que los principios “*son el marco esencial para el establecimiento de un sistema más complejo*”:

- Principios ambientales:
  - Recursos renovables.
  - Minimización del uso de recursos.
  - Desmaterialización (reducción de las fuentes).
  - Reciclar, reusar, reparar.
  - Regeneración, recuperación, remanufactura.
  - Purificación y *end-of-pipe*<sup>12</sup>.
  - Degradación.
- Principios ecológicos:
  - Competición.

---

<sup>11</sup> La investigación que realizaron Glavič y Lukman (2007) está orientada al campo de la ingeniería, en dicho trabajo buscaron clarificar la ambigüedad de diversos términos empleados en la temática de la sustentabilidad así como presentar una clasificación de los mismos. Los autores distinguen entre terminologías, principios, enfoques, estrategias, sistemas sustentables, política de sustentabilidad y desarrollo sustentable.

<sup>12</sup> Es el tratamiento de sustancias contaminantes al final del proceso de producción (Glavič y Lukman, 2007:1877) no la prevención de la contaminación (EPA, 2013).

- Predatorio.
- Amensalismo.
- Parasitismo.
- Neutralismo.
- Comensalismo.
- Protocooperación.
- Mutualismo.
- Principios económicos:
  - Contabilidad ambiental.
  - Eco-eficiencia.
  - Factor X, factor 4 y factor 10<sup>13</sup>.
  - Inversión ética.
- Principios sociales:
  - Responsabilidad social.
  - El que contamina paga.
  - Reportando a las partes interesadas.

Es interesante la diferencia que Glavič y Lukman (2007) hacen entre los principios ambientales y los ecológicos porque suelen confundirse ambos términos. Los primeros se refieren básicamente a cuestiones de desempeño ambiental, es decir, un conjunto de acciones que son susceptibles de medirse y en las que la tecnología es un aspecto importante. En tanto que los principios ecológicos hacen hincapié en el *tipo de interacción*<sup>14</sup>, los autores subrayan que en la naturaleza los sistemas están interconectados y que de modo análogo en el ámbito industrial existen interrelaciones. Hay que subrayar que dentro de la temática de la sustentabilidad, la esfera ambiental se refiere a una serie de acciones concernientes con la problemática de la contaminación, el uso de recursos

---

<sup>13</sup> Es un enfoque orientado al uso eficiente de energía y de recursos –ej., agua-. El factor X, significa un uso X veces más eficiente en el futuro en comparación con el actual. El factor 4 se refiere a un aumento de cuatro veces la productividad de los recursos empleados, en tanto que el factor 10 indica un aumento de diez veces. (Glavič y Lukman, 2007:1878).

<sup>14</sup> Axelrold (1984: 88-89) menciona que si bien, la “teoría de la evolución se basa en la lucha por la vida y la supervivencia de los más aptos”, la cooperación surge como una estrategia adaptativa. De este modo, las interacciones como el parasitismo, el comensalismo, el mutualismo -que son diversos grados de simbiosis, en la que dos especies interactúan siendo una de ellas la anfitriona y pudiendo o no obtener beneficio alguno de la huésped- y de modo más obvio en la protocooperación representan diferentes estrategias de cooperación; por otra parte, las interacciones de competición, predatorias y amensalismo se pueden observar como no cooperación entre especies.

naturales y el cuidado de la biodiversidad, no se trata *per se* de cuestiones ecológicas.

El segundo aspecto de una estrategia con enfoque sustentable es la orientación (dirección o enfoque), la cual comprende los procedimientos mediante los cuales se interconectan los objetivos de los diversos ámbitos -social, ambiental y económico-. Para Glavič y Lukman (2007) el enfoque es un grupo de principios relacionados con un mismo tópico y no es unidimensional.

- Enfoques ambientales:
  - Control de la contaminación: comprende tecnologías de control de la contaminación tipo *end-of-pipe* y de purificación, la disminución de emisiones y el monitoreo de actividades. Es un enfoque reactivo.
  - Producción limpia: se basa en los principios de minimización del uso de recursos, eco-eficiencia y desmaterialización.
  - Eco-diseño.
  - Química verde.
  - Evaluación del ciclo de vida.
  - Minimización de residuos.
  - Cero residuos.
- Los enfoques económicos y sociales se refieren a la legislación ambiental, la adhesión a programas voluntarios en materia ambiental y la gestión de la cadena de suministro.

Se infiere que en los enfoques económicos y sociales, a diferencia de los enfoques ambientales que en cierto grado dependen de la tecnología, están relacionados con los diversos *stakeholders* y los mecanismos de promoción de las normas para fomentar la cooperación, en este caso, para el desarrollo sustentable.

El último elemento de las estrategias con enfoque sustentable es la propia estrategia que bajo la perspectiva de Glavič y Lukman es concebida como un *subsistema* que interconecta a los enfoques y son el conjunto de acciones con las cuales se pretenden alcanzar “*la conservación integral del medio ambiente y contribuir en el corto y largo plazo el bienestar humano*” (2007: 1881).

- Sub-sistemas ambientales:
  - Ingeniería ambiental y tecnología ambiental.

- Prevención y control integrados de la contaminación (IPPC, por sus siglas en inglés, que consiste en un marco de regulaciones definidas por la Agencia Ambiental Europea).
- Ecología industrial: se refiere a la utilización de residuos de unas industrias que pueden servir de insumos para otras.
- Prevención de la contaminación.
- Estrategias económicas y sociales:
  - Estrategias de gestión ambiental: la familia de certificaciones ISO 14000 y la Eco-gestión y auditoría (EMAS, por sus siglas en inglés) que es el instrumento voluntario de desempeño ambiental instrumentado por la Unión Europea; en el caso mexicano está el programa de industria limpia implementado por la PROFEPA-SEMARNAT.
  - Sistemas de estrategias de producto-servicio (PSSs, por sus siglas en inglés).

Comparando la propuesta de taxonomía de Glavič y Lukman (2007) con las etapas de implementación de las estrategias que ilustra Hart (1995) -que van de la prevención de la contaminación, pasando por la administración del producto hasta llegar al desarrollo sustentable en el que motor ambiental es la minimización de la carga ambiental- dichas etapas se hallan implícitamente en los sub-sistemas ambientales propuestos por Glavič y Lukman (2007). Ahora bien, en la implementación de estas estrategias, además de la tecnología como elemento relevante también está la interacción con otras empresas como en materia de ecología ambiental y con los agentes reguladores como es el caso del IPPC.

En este sentido, conforme las estrategias con enfoque sustentable van estrechando la cooperación entre empresa y *stakeholders*, y el desarrollo sustentable se establece como una norma<sup>15</sup> en la sociedad, se constituye lo que Glavič y Lukman (2007) denominan un sistema sustentable y que consiste en un grupo de subsistemas interdependientes e interconectados que comprenden un todo coherente y cuya función es la consecución de la sustentabilidad. Los autores citan como sistemas: el cuidado responsable (comprende los sistemas de gestión ambiental así como el PSSs), la producción sustentable (abarca la prevención de

---

<sup>15</sup> Glavič y Lukman (2007) resaltan la importancia de la política sustentable -el conjunto de ideas o planes sobre cuestiones ambientales, económicas y sociales que adoptan oficialmente un grupo de personas, ya se trate de gobiernos, partidos políticos, organizaciones empresariales, etc., la cual puede ser a nivel local, nacional o internacional-, es decir, de los mecanismos de obligatoriedad/legalidad que dan soporte a la norma.

la contaminación, la IPPC, y la ingeniería y tecnología ambiental) y el consumo sustentable (incluye la ecología industrial y el PSSs).

Al respecto, diversos estudios apoyan la relevancia de la participación de los *stakeholders*. Lam *et al.* (2010) y Vazquez Brust y Liston-Heyes (2010) señalan que es substancial que la adopción de las especificaciones verdes -ambientalmente amigables- sea a lo largo de la cadena de proveedores, extendiéndose a toda la base industrial, asimismo, es importante el monitoreo por parte de la sociedad además del realizado por los propios reguladores. Coincidiendo en esto último con Vazquez Brust y Liston-Heyes (2010) que encuentran que entre los factores que influyen en el desempeño ambiental están la visibilidad del monitoreo por parte de reguladores, las organizaciones no gubernamentales (ONG), la comunidad local y los medios de comunicación.

Otro aspecto interesante, que se relaciona con dicho punto, es el papel mismo del administrador en la elección de los principios que guiará a la empresa. Vazquez Brust y Liston-Heyes (2010) señalan que el desempeño ambiental de las empresas está influenciado por la *mentalidad* de quienes manejan la empresa, es decir, por los valores, supuestos básicos y creencias de sus administradores, así como, por sus marcos individuales y socio-cognitivos. Y ello también se refleja en los principios seleccionados<sup>16</sup>. Asimismo, el reconocimiento del tipo de interacciones permite intuir mejor los principios sociales y económicos adoptados por las empresas. Por ejemplo, Aktouf (2009) al referirse a prácticas de la administración como una disciplina renovada presenta como prototipos a seis empresas<sup>17</sup> que a su juicio tienen como base común el tipo de relaciones entre empresa y empleados. Aktouf (2009: 671) se refiere a dichas empresas como “*un espacio para la libre expresión*”, destacando que en ellas se presenta una pirámide (jerarquía) reducida al mínimo –dos o tres niveles-, con oficinas abiertas a todos, ausencia de signos de estatus y de privilegios exclusivos, entre otras

---

<sup>16</sup> La perspectiva de valoración y la orientación de valores influyen también en la selección de las herramientas para evaluar el avance en materia de desarrollo sustentable.

<sup>17</sup> Semco en Brasil, Johnsonville en Estados Unidos, Forbo en Canadá y Benoit S.A. en Francia -las cuatro de tamaño mediano- y las multinacionales Cascades y Kimberly-Clark (Aktouf, 2009: 670).

características. Los ejemplos de Aktouf corresponden a empresas que reconocen cierta relación simbiótica con sus empleados lo que las motiva a conductas de cooperación en lugar de predatorias: “[es] *una decisión sobre el tipo de empresa que queremos: ¿con poder unilateral, individualista, egoísta, maximalista? o ¿un poder compartido, más altruista, menos ciegamente materialista y más comunitario? Es un asunto de elección, no de cultura*” (Aktouf, 2009: 671).

Con respecto a los resultados de las estrategias con enfoque sustentable éstos son medibles. Por un lado, el análisis de los resultados se orienta a evaluar los avances del desarrollo sustentable, es decir, medir el grado de avance hacia la consecución de los objetivos propuestos. Por otro, se puede referir a “*medir el progreso hacia la sustentabilidad*” (Pintér et al., 2012; Gasparatos y Scolobig, 2012). Ya sea en términos de desarrollo sustentable o de sustentabilidad, la elección de los criterios de evaluación es una tarea en la que hay que contemplar múltiples aspectos. De inicio, el abordaje puede ser desde la perspectiva de arriba hacia abajo, consistente en que un grupo de expertos o investigadores determinan los aspectos a evaluar y seleccionan las herramientas; pero, también puede ser de abajo hacia arriba, es decir, considerando a los *stakeholders* en la construcción del marco de evaluación y selección de indicadores clave (Singh et al., 2012: 282). Luego, está la elección de un procedimiento estructurado en el que se considerarán (o no) las diversas áreas de la sustentabilidad y la selección de herramientas para la el análisis o comparación.

Por ejemplo, en la elección del marco<sup>18</sup> y herramientas<sup>19</sup> de evaluación ambiental Gasparatos (2010: 1620) señala que “*en la mayoría de los casos la elección la decide el analista sin considerar a los stakeholders,[lo que acarrea] implicaciones éticas y prácticas [debido a que] el analista imprime su propia visión [de cómo] medir, [y los] resultados, [en lugar de] reflejar los valores, necesidades y*

---

<sup>18</sup> Conjunto de procedimientos integrados y estructurados, de requerimiento legal, que contienen una serie de etapas prescritas para la evaluación ambiental, sin embargo, no especifican las herramientas de evaluación. Por ejemplo, la Evaluación del Impacto Ambiental y la Estrategia de Evaluación Ambiental (EIA y SEA, respectivamente, por sus siglas en inglés) (Gasparatos, 2010: 1614).

<sup>19</sup> Son las diversas técnicas que pueden utilizarse en el análisis/comparación de los diferentes marcos de evaluación ambiental (Gasparatos, 2010: 1614).

*expectativas de los afectados, [pueden servir para] legitimar el desempeño de un proyecto que es incompatible con las diversas partes interesadas*". Después, en la selección de las herramientas se debe elegir entre técnicas centradas en aspectos monetarios, biofísicos o indicadores compuestos –en que intervienen aspectos metodológicos en cuanto a pesos, normalización y agregación- (Gasparatos y Scolobig, 2012: 1-3). Las herramientas monetarias están orientadas a “*capturar información acerca del bienestar humano, la eficiencia económica, el crecimiento económico y el bienestar económico*” en tanto que las biofísicas “*cuantifican la cantidad de recursos naturales que se deben transformar durante la producción de bienes y servicios*” (Gasparatos y Scolobig, 2012: 3 y 4).

Hay que remarcar que existe un sesgo en considerar la sustentabilidad únicamente en términos de desempeño ambiental, tal como se observa en los principios referidos por Glavič y Lukman (2007). Cabe preguntar si existen otros principios de los que pueda partir la empresa y que por ende, no sólo se trate primordialmente de cuestiones de desempeño ambiental. En este sentido va la crítica de Pintér *et al.* (2012: 22), al señalar que las empresas se acogen a la interpretación de la sustentabilidad hecha en la triple cuenta de resultados y al reporte de indicadores de la Iniciativa de Reporte Global (o memoria de sustentabilidad; GRI, por sus siglas en inglés) en lugar de adoptar los Principios de *Bellagio*<sup>20</sup> para la evaluación de la sustentabilidad, agregan que ello se debe a que las empresas centran la gestión de la sustentabilidad en los temas que están

---

<sup>20</sup> La finalidad de los principios de *Bellagio* no es constituirse como un marco común de indicadores sino el de servir de guía en la construcción de los sistemas de indicadores y análisis relacionados con el avance hacia la sustentabilidad, en la primera publicación de 1996 se consideraban una serie de diez principios los cuales se revisaron en 2009 reduciéndose a ocho: visión orientadora (proporcionar bienestar dentro de la capacidad de la biosfera de mantener a las generaciones futuras); consideraciones esenciales (considera tanto las “tres esferas” de la sustentabilidad como las interacciones y dinámicas entre ellas, así como riesgos y otras implicaciones para la toma de decisiones); ámbito adecuado (tanto de horizonte de tiempo –corto y largo- como de espacio geográfico); marco [de evaluación] y los indicadores (identificar los puntos clave a evaluar y en la medida de lo posible estandarizar las mediciones y comparar indicadores); transparencia (que los datos, indicadores y resultados sean de dominio público, así como la fuente de los datos, metodología y la explicación de resultados); comunicación efectiva (relacionado con el punto anterior, que el lenguaje sea claro y utilizar los elementos necesarios para la comprensión de la información); amplia participación (tanto para reflejar la opinión de los interesados como en su participación en la determinación de los elementos a evaluar); continuidad y capacidad (se refiere tanto a que las mediciones sean continuas así como a la respuesta de cambio, de inversión y aprendizaje). (Pintér *et al.*, 2012: 22-25). También existen los principios de Lisboa que son identificados como los criterios esenciales para una gobernanza sustentable: (1) responsabilidad; (2) escala de coincidencia; (3) precaución; (4) manejo adaptativo; (5) asignación del costo total; (6) participación. (Constanza *et al.*, 2012: 30-31).

orientados al mercado, es decir, que los aspectos de desempeño social y ambiental sólo son importantes en la medida que contribuyen a la competitividad y al éxito económico.

En cuanto a los indicadores, Singh *et al.* (2012), dan cuenta de 41 índices relacionados con la sustentabilidad (anexo 2). Los autores señalan que a pesar de los diversos esfuerzos internacionales por medir la sustentabilidad son pocos los índices que tienen un enfoque integral, considerando aspectos ambientales, económicos y sociales, ya que la mayoría sólo se centran en alguno de los aspectos, y puntualizan que “[a]unque, se podría argumentar que podrían ser complementarios entre sí, **la sustentabilidad es más que un agregado de los temas importantes, también se refiere a los vínculos y dinámicas desarrolladas en el sistema**” (Singh, *et al.*, 2012: 297; traducción y negritas propias).

Como se observa, la incorporación de las partes interesadas es importante tanto para la implementación de las estrategias como para su evaluación (Jäger *et al.*, 2008; Gasparatos, 2010; Halog y Manik, 2011; Singh *et al.*, 2012; Gasparatos y Scolobig, 2012; Pintér *et al.*, 2012). La sustentabilidad es un proceso dinámico, de igual modo, la adopción de estrategias con enfoque sustentable por parte de las empresas. Es un proceso que requiere de la participación de los involucrados y afectados por las actividades de las empresas, tanto para fijación de metas como en la evaluación de las mismas.

El estudio de las interacciones entre grupos de interés y empresa –en un sentido amplio, el estudio de las interacciones en los sistemas sociales- necesita de la adopción de herramientas que permitan estudiar las interacciones sin perder la riqueza de las mismas. Las interacciones entre los agentes de un sistema se pueden estudiar a través de una amplia gama de herramientas. Desde los árboles de decisiones, la programación lineal y no lineal, el análisis costo-beneficio, la teoría del control, el análisis multi-criterio, entre otras -estas herramientas consisten básicamente en ordenar y seleccionar de un conjunto de opciones con el inconveniente, en muchas de éstas, de la simplificación de la realidad a unas cuantas variables, la estandarización del comportamiento humano basado en la

racionalidad-, hasta otro tipo de estudios como son la teoría de juegos, los sistemas expertos<sup>21</sup>, las redes neuronales, el análisis de redes sociales, la modelación espacial y la modelación de sistemas dinámicos mediante la simulación computacional y la modelación basada en agentes, etc. (Scheffran, 2006:158-160). Estas herramientas no son necesariamente excluyentes entre sí. Para los propósitos de esta investigación se abordan los conceptos básicos relacionados con el análisis de redes complejas y los modelos basados en agentes.

### 1.5 Interacciones entre agentes: de las redes a los modelos basados en agentes

A lo largo del capítulo se ha hecho referencia a las relaciones entre agentes, a la empresa inmersa en una red de interacciones o a las interacciones entre *stakeholders*. Estas relaciones/interacciones entre agentes/empresa/*stakeholders* se pueden estudiar a través de las redes que forman las susodichas interacciones. Es decir, considerando a los diversos *agentes y sus vínculos* sociales, económicos o culturales. A través de dichos vínculos interpersonales, al igual que en los vínculos entre organizaciones y países, se transmiten comportamientos, actitudes, información o bienes (Nooy *et al.*, 2005: 3).

Una red consiste en un número finito de vértices, elementos, puntos o nodos (que representan a los agentes, *stakeholders*, empresas, etc.) vinculados o conectados por un número de bordes, arcos, aristas, enlaces o líneas. Las relaciones entre nodos se representan mediante sus arcos, en general un arco relaciona a dos nodos, pero también puede relacionar al nodo consigo mismo (bucle). Los arcos pueden ser dirigidos (se denota mediante una flecha) o no dirigidos lo cual depende de si se considera o no el orden entre los nodos. Una red en la cual todos los arcos son dirigidos se denomina red dirigida, de modo similar, si los

---

<sup>21</sup> Sistema experto, es una rama de la inteligencia artificial que consiste en "un sistema informático (*hardware y software*) que simula a los expertos humanos en un área de especialización dada" (Castillo *et al.*, 1998:3).

arcos no son dirigidos se denomina red no dirigida. (Castillo *et al.*, 1998: 116-117; Nooy *et al.* 2005: 6-7; Flegg, 2001: 58).

Los nodos que en particular se hallan conectados a un nodo dado, se denominan nodos vecinos (Castillo *et al.*, 1998: 118). La longitud en una red está dada por el número de aristas entre nodos (Dorogovtsev y Mendes, 2002:1082). Ahora bien, partiendo de un nodo dado a través de distintos nodos se puede llegar a otro en particular, la secuencia de nodos que conectan a dos nodos dados se denomina camino entre dos nodos. Un camino cerrado es aquel que termina en el nodo con el cual se inició (Castillo *et al.*, 1998: 119-120). Al número más corto de pasos para llegar de un nodo a otro se le conoce como longitud mínima; al promedio de longitudes más cortas entre pares de nodos de toda la red se le denomina longitud promedio de la red,  $l$ , también conocido como promedio de separación entre nodos (Dorogovtsev y Mendes, 2002:1083).

La mayor parte de los conceptos antes expuestos pertenecen a la llamada teoría de grafos o redes desarrollada en un inicio por Euler, la teoría se centraba principalmente en el análisis de redes regulares, como las formadas por triángulos, cuadrados y demás polígonos. Esta teoría tuvo un nuevo impulso a partir de los trabajos sobre redes aleatorias de Erdős y Rényi a mediados del siglo pasado y, con el avance en cómputo –hardware y software-, a finales de siglo XX; la teoría se revolucionó con la incursión en el estudio de otras topologías de redes -como las de pequeño mundo y las libres de escala, que junto con las aleatorias, son llamadas redes complejas-. (Albert y Barabási, 2002: 48). Las redes sociales, es decir, las formadas con las interacciones –económicas, sociales o culturales- entre individuos, son redes de estructura o topología compleja. Pero, ¿cómo ocurren las interacciones entre individuos? Dicho de otra manera ¿cómo se forma una red compleja?

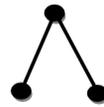
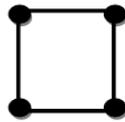
**Redes aleatorias.** Se podría suponer que los enlaces entre individuos suceden de modo aleatorio. Considerando un cierto número fijo de nodos, Paul Erdős y Alfréd Rényi, definieron una red aleatoria (figura 1.5) como  $N$  nodos conectados por  $n$  enlaces elegidos aleatoriamente de  $N(N-1)/2$  posibles enlaces. La primera

característica de las redes aleatorias que encontraron Erdős y Rényi fue la aparición de subredes: ciclos, árboles y subredes completas (figura 1.4). Un ciclo es un camino cerrado (inicia y termina en un nodo dado), un árbol es un camino sin cerrar, en tanto que en las subredes completas todos los nodos se enlazan con cada nodo del subconjunto. (Albert y Barabási, 2002:54-56).

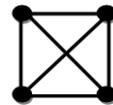
**Figura 1.4**  
**Ciclos, árboles y subredes completas**



(a) Ciclos



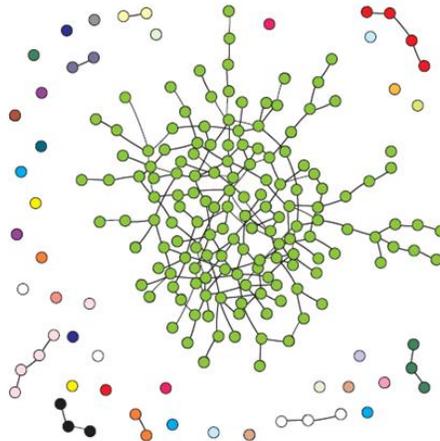
(b) Árbol



(c) Subred completa

Fuente: elaboración propia.

**Figura 1.5**  
**Red aleatoria**



Fuente: Steven Strogatz, 2001, "Exploring complex networks", *Nature* 410, 8 marzo, 2001, p. 271.

Erdős y Rényi también fueron los pioneros en estudiar las propiedades asociadas a la distribución de grado. Al número de conexiones de un nodo se le denomina

grado,  $k$ . El grado promedio  $\langle k \rangle$  de la red está dado por la suma de conexiones de cada nodo entre el total de nodos de la red:

$$\langle k \rangle = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N k_i$$

La distribución del grado de nodo se caracteriza por  $P(k)$ , la probabilidad de que un nodo dado tenga  $k$  conexiones (Albert y Barabási, 2002:49). El grado de distribución es la “*característica estadística básica de una red*” (Dorogovtsev y Mendes, 2003: 11). En una red aleatoria con probabilidad de conexión  $p$  el grado  $k_i$  de un nodo  $i$  sigue una distribución binomial (Albert y Barabási, 2002:57):

$$P(k_i = k) = C_{N-1}^k p^k (1-p)^{N-1-k}$$

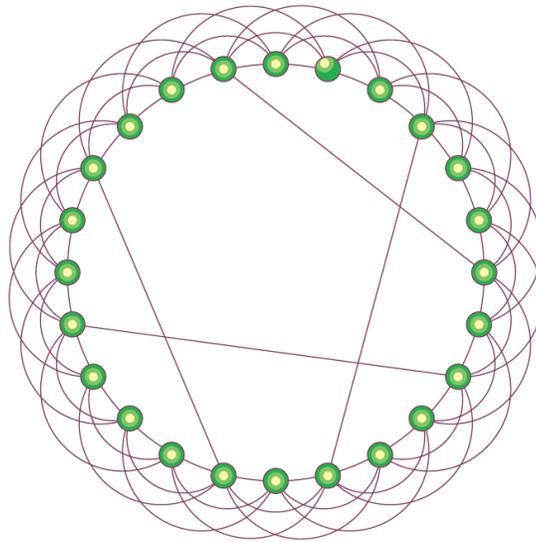
Donde  $p^k$  es la probabilidad de  $k$  enlaces,  $(1-p)^{N-1-k}$  es la ausencia de un enlace adicional y  $C_{N-1}^k$  son los arreglos en que se puede elegir los  $k$  enlaces. Cuando  $N$  es grande la probabilidad se puede aproximar mediante una distribución de Poisson (Albert y Barabási, 2002:57):

$$P(k) \cong e^{-pN} \frac{(pN)^k}{k!} \cong e^{-\langle k \rangle} \frac{\langle k \rangle^k}{k!}$$

Para describir las conexiones alrededor de un nodo se utiliza el coeficiente de agrupamiento, que es la probabilidad de que dos vecinos más cercanos a un nodo sean también vecinos más cercanos el uno del otro (Dorogovtsev y Mendes, 2002:1084). Al respecto, en las redes aleatorias se ha observado que si el grado promedio,  $\langle k \rangle$ , es  $\langle k \rangle = pN < 1$  la red suele estar compuesta por arboles aislados; si  $\langle k \rangle > 1$  aparece un agrupamiento gigante; y si  $\langle k \rangle \geq \ln(N)$  casi todos los nodos de la red están totalmente conectados. Ahora bien, las redes aleatorias son homogéneas en el sentido de que los nodos tienen en promedio el mismo número de  $k$ .

**Redes de mundo pequeño.** Un segundo supuesto, es partir de que la mayoría de la gente suele tener amistad con sus vecinos inmediatos –vecinos de calle, colegas, amigos de sus amigos- pero de vez en vez tienen amigos que están lejos. El modelo desarrollado por Watts y Strogatz inicia con una red regular -un conjunto de nodos que forman un aro y que a la vez se enlazan con sus dos vecinos próximos-, después, se reconecta, con una probabilidad  $p$ , un nodo con otro lejano a él (figura 1.6).

**Figura 1.6**  
**Red de mundo pequeño**



---

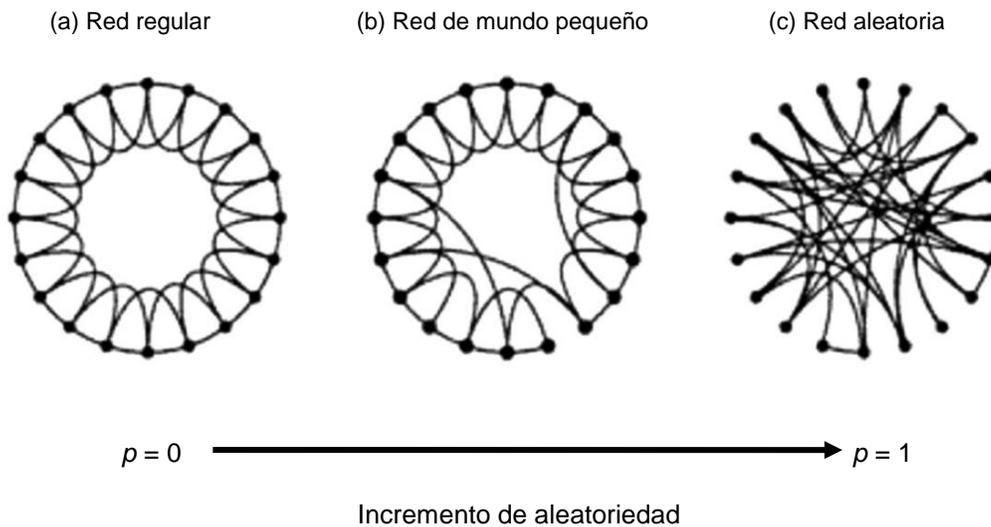
Fuente: Steven Strogatz, 2001, "Exploring complex networks", *Nature* 410, 8 marzo, 2001, p. 271.

Cabe notar que en los casos extremos se tiene que si  $p = 0$  la red es regular, si  $p = 1$  la red es aleatoria (figura 1.7). En el intervalo entre 0 y 1, las redes formadas tienen las características de presentar longitudes mínimas pequeñas y altos coeficientes de agrupamiento, es decir, las distancias entre nodos son cortas y en su mayoría están conectados entre sí. Por otra parte, los nodos tienen aproximadamente el mismo número de enlaces. (Albert y Barabási, 2002:68, 70; Strogatz, 2001: 272-273).

Las redes aleatorias y de mundo pequeño comparten la característica de tener un grado promedio igual para los nodos, es decir, son homogéneas. Pero, esta

característica no es la que prevalece en muchas de las redes biológicas, sociales o de informática, en éstas suele presentarse que muchos nodos tienen un grado,  $k$ , pequeño y que algunos nodos tienen un número grande de  $k$ . Esto es, la topología de la red se caracteriza por presentar una distribución de grado que decae siguiendo una ley de potencia por lo que se denominan libres de escala.

**Figura 1.7**  
**Tipos de redes, según el valor de  $p$**



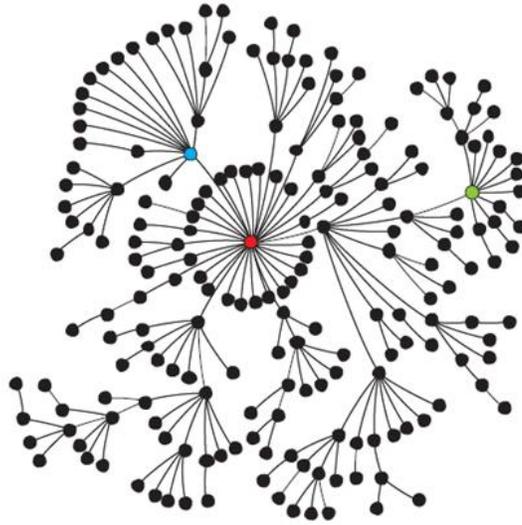
Fuente: Réka Albert y Albert-László Barabási, 2002, "Statistical mechanics of complex networks", *Reviews of Modern Physics* 74, enero 2002, p. 67; trad. propia.

**Redes libres de escala.** Por último, se puede suponer que los individuos tienen preferencia por relacionarse con aquellos que son más populares, es decir, que tienen mayores enlaces en una red. En las redes libres de escala (figura 1.8) se debe centrar la atención en la dinámica de la red para comprender cómo es que surge su estructura. Hay dos elementos que distinguen a éstas de las redes aleatorias y de mundo pequeño: 1) el número de nodos no permanece fijo, esto implica que la red crece con el paso del tiempo; 2) la probabilidad de enlace de un nuevo nodo depende del grado de los nodos ya presentes en la red, es decir, hay una preferencia de enlace con aquellos nodos que tienen mayor grado en lugar de enlazarse con igual probabilidad a cualquier nodo. La distribución del grado decae

siguiendo una ley de potencia –un pequeño número de nodos con muchos enlaces y un gran número de nodos con pocos enlaces- como resultado de la dinámica de crecimiento y enlace preferencial. (Albert y Barabási, 2002: 71).

**Figura 1.8**  
**Red libre de escala**

---



---

Fuente: Steven Strogatz, 2001, "Exploring complex networks", *Nature* 410, 8 marzo, 2001, p. 271.

Cabe preguntar si ambos elementos deben estar presentes en la dinámica para que aparezca dicha distribución, al respecto, se han estudiado dos casos (Albert y Barabási, 2002: 73-74):

- a) Crecimiento de la red sin enlace preferencial. Se inicia con un número  $m$  pequeño de nodos y cada nuevo nodo se enlaza con igual probabilidad a cualquier nodo presente en la red. La topología resultante presenta una distribución de grado que decae exponencialmente.
- b) Enlace de nodos sin crecimiento de la red. La red inicia con un número fijo de nodos que no están enlazados, en cada paso de tiempo un nodo seleccionado aleatoriamente se enlaza con una probabilidad  $\Pi(k_i) = \frac{k_i}{\sum_i k_j}$  a un nodo  $i$ . Las simulaciones del experimento muestran que en etapas tempranas la distribución de grado sigue una ley de potencia; sin embargo, al transcurrir el tiempo se muestra una distribución gaussiana.

Las redes libres de escala presentan una longitud menor en comparación con las redes aleatorias, lo que indica que la estructura heterogénea es más eficiente que la topología de las redes aleatorias. Con respecto al coeficiente de agrupamiento, éste es hasta cinco veces más alto en las redes libres de escala que el coeficiente de las aleatorias. Otra característica, es que en las redes libres de escala se muestra la presencia de “*correlaciones espontáneas*” entre el grado de los nodos conectados. (Albert y Barabási, 2002:75). Por último, estas redes son robustas, es decir, su estructura no se pierde si se eliminan algunos de sus nodos, sin embargo, son vulnerables si se ataca al nodo concentrador -el que aglutina al mayor número de nodos-. (Strogatz, 2001: 274).

Ejemplos de redes con distribución de grado de ley de potencia son la World Wide Web (enlaces entre páginas web), la internet (enlaces entre computadoras y otros dispositivos electrónicos), la red de colaboraciones científicas (colaboración en publicaciones entre investigadores), redes de llamadas telefónicas, redes celulares (metabólicas), entre otras (Albert y Barabási, 2002: 49-53). Con respecto a las redes con topología libres de escala pero que no presentan una distribución de grado de ley de potencia están, por ejemplo, la red de energía del oeste de los Estados Unidos que sigue una distribución exponencial y la red social de los mormones de Utah que presenta una distribución gaussiana (Strogatz, 2001: 274).

Hasta aquí se han presentado algunos de los conceptos básicos que comprenden el análisis estructural o de topología de una red. Sin embargo, caracterizar una red resulta complicado debido a los siguientes aspectos, o algunos de ellos (Strogatz, 2001: 268):

- Estructura compleja: representar la red puede resultar en una “*maraña intrincada*”.
- Evolución de la red: las relaciones representadas pueden cambiar en el tiempo.
- Conexión diversa: los enlaces entre nodos pueden tener diferentes pesos, direcciones y signos.
- Diversidad de nodos: pueden existir diferentes tipos de nodos.
- Dinámica compleja: los nodos podrían estar en un sistema dinámico no lineal.
- Meta-complicaciones: algunas de las complicaciones antes mencionadas podría influir en otras.

Se acaba de abordar un primer elemento que distingue a una red compleja, su estructura. Enseguida se mencionan algunos aspectos básicos de su segundo elemento, la dinámica de la red. En términos llanos, una red compleja está compuesta por un gran número de nodos y las interacciones entre ellos, es no lineal, dichas interacciones pueden dar lugar a propiedades emergentes.

### *Dinámica no lineal*

Para explicar la dinámica de las redes, Strogatz (2001) considera en principio y a manera de simplificación, una red regular en la que cada nodo exhibe una dinámica de modo aislado. Después, asume que se trata de un sistema dinámico genérico<sup>22</sup> en el que a largo plazo su comportamiento colectivo se define por puntos fijos, ciclos límites o atractores caóticos (Strogatz, 2001: 270-271) ¿Cuál es el comportamiento colectivo de tales nodos?:

- a) Si cada nodo tiene un punto fijo estable y si no se presenta otro tipo de atractor, la red tiende a exhibir un patrón estático. Muchos de tales patrones pueden coexistir, en particular si los nodos tienen interacciones que compiten. En el caso de presentarse la propiedad de frustración en la dinámica de una red, ésta muestra un gran número de equilibrios localmente estables. Por ejemplo, los modelos de vidrio de spin, redes neuronales de memoria asociativa y problemas de optimización combinatoria.

---

<sup>22</sup> Los sistemas dinámicos pueden ser definidos mediante ecuaciones diferenciales o a través de ecuaciones en diferencia. En el primer caso se describe la evolución del sistema en un continuo de tiempo; en el segundo, el tiempo es discreto. Sin embargo, la solución analítica de tales sistemas de ecuaciones en ocasiones resulta imposible. No obstante, estudiando las trayectorias del sistema en el espacio fase se puede inferir el atractor del sistema. Un atractor es a donde tiende a estabilizarse a largo plazo un sistema dinámico. Los atractores típicos de un sistema son los puntos aislados y los ciclos límites estables. Los puntos aislados son conocidos como sumideros, fuentes y sillas de montar. Un sumidero es un punto en el cual convergen las soluciones de un sistema. La fuente es un punto del cual surgen diferentes trayectorias de un sistema. En tanto que la silla de montar presenta diferentes estados, según la dirección del sistema; al centro convergen dos trayectorias del sistema, a la vez, de ese punto parten otras dos trayectorias –formándose una cruz-, también existen diversas trayectorias que pasan alrededor de este centro sin converger en él. Por su parte, los ciclos límites son movimientos periódicos que pueden ser estables o inestables. En un ciclo límite estable las trayectorias tienden a moverse hacia el bucle –movimiento periódico-. En los inestables, la dinámica se invierte, las trayectorias tienden a alejarse. Los atractores extraños no se pueden describir de un modo sencillo ya que sus trayectorias no pueden representarse como puntos aislados o ciclos límites. Actualmente se suele “definir un atractor extraño como un fractal” (Stewart, 1989: 282). Algunos ejemplos son los atractores de Lorenz, de Ueda y de Rössler, los fractales de Mandelbrot y los conjuntos de Julia. (Stewart, 1989; Strogatz, 1994).

- b) En el lado extremo, suponiendo que cada nodo tiene un atractor caótico, en este caso son pocas las reglas que se han estudiado acerca de la arquitectura de acoplamiento de esta dinámica. Una de ellas es que las redes con idénticos sistemas caóticos pueden sincronizar sus erráticas fluctuaciones, en tales casos, el acoplamiento no debe ser demasiado débil ni demasiado fuerte, y por otra parte, son activas las inestabilidades espaciales. Esta clase de sistemas se han utilizado para explorar el caos espacio-temporal y la formación de patrones tanto en conjuntos matemáticos simples como en modelos físicos de sistemas reales.
- c) El caso intermedio, es la presencia de osciladores (ya sean idénticos o no). Para una red totalmente conectada donde cada nodo está igualmente acoplado a los demás nodos, es probable que se presente el estado de completa sincronización de la red. Sin embargo, se ha observado en osciladores no idénticos que se presenta un fenómeno de cooperación semejante a una transición de fase, en la que los osciladores se van acoplando y transitan de una red con comportamiento incoherente en la que cada nodo sigue su comportamiento natural a una sincronizada. En la biología existe un amplio número de ejemplos de osciladores desde la mutua sincronización de las células y el marcapasos, la rítmica intermitente de las luces de las luciérnagas y el canto de grillos hasta la propagación de ondas en el corazón, el cerebro, intestino y sistema nervioso.

La propiedad emergente que está detrás de los puntos anteriores, es la sincronización de una red, esto es, “*el acoplamiento entre los estados de múltiples partículas [nodos] que interactúan entre sí*” (Pimentel, 2008:1). En los casos (a) y (b) que describe Strogatz (2001) se advierte que aún en redes de estructura regular, dada una dinámica no lineal, se puede dar lugar a la sincronización de la red.

Ahora bien, en la sección anterior se presentaron las características básicas de la topología de las redes complejas, abordar la dinámica para este tipo de redes es un objetivo fuera de los alcances de esta investigación y además, es un área de estudio actual en el campo de la física y las matemáticas.

Sin embargo, se puede señalar que se trata de estudiar cómo es que, a través del tiempo, una red con topología compleja aunado a una dinámica no lineal, es decir, dadas ciertas reglas de interacción no lineal, se logra dar lugar a propiedades emergentes. Una alternativa para estudiar estos fenómenos sin recurrir a la

definición de ecuaciones diferenciales o en diferencia es mediante el diseño y simulación de modelos basados en agentes.

### *Modelo basado en agentes*

Un modelo basado en agentes (MBA) “es un método **computacional** que permite a un investigador crear, analizar, y **experimentar con modelos** compuestos de **agentes** que interactúan entre ellos y con su **ambiente**” (Gilbert, 2008: 2; en el original las negritas aparecen en cursivas).

El desarrollo computacional ha permitido integrar nuevas herramientas en el análisis de fenómenos sociales, los modelos basados en agentes es una muestra de éstas. La base del modelo es la abstracción de una situación social, y con apoyo de un programa de computación se hace dicha representación<sup>23</sup>. Para ello se requiere especificar las variables de entrada (independientes) y las variables de salida (dependientes). Precisamente por utilizar la estructura de los lenguajes de programación para su diseño, se requiere de precisión en la especificación de lo que hace el modelo. (Gilbert, 2008).

La modelación basada en agentes es un laboratorio virtual que posibilita la observación de propiedades macroscópicas que emergen del comportamiento individual e interacción entre agentes. (Axelrod, 1997). Superando las dificultades (técnicas, de recursos, etc.) y los problemas éticos que implican aislar a grupos de humanos para experimentar con ellos. (Gilbert, 2008).

La intención del modelo es representar una situación real, esto constituye el objetivo del modelo. Existen diversos tipos de modelos, entre ellos (Gilbert, 2008:4-5):

---

<sup>23</sup> Sin embargo, no es indispensable el uso de un programa de computación. El modelo de segregación de Schelling es un ejemplo de ello. Para estudiar el fenómeno de segregación Schelling utilizó dos tipos de monedas para representar a los dos grupos raciales en un papel cuadriculado, luego siguiendo las reglas de comportamiento para cada uno simuló la dinámica de su modelo con movimientos manuales, después de repetir varias veces la dinámica llegó a la representación de la formación de clústeres en las ciudades. En el artículo que reporta sus resultados aparece la representación con círculos y cuadrado (#). (v. Thomas C. Schelling, 1971, “Dynamic models of segregation”, *The Journal of Mathematical Sociology*, 1 (2), pp. 143-186).

- A escala. Se presentan como versiones pequeñas del objetivo. La reducción de escala es también una reducción en el detalle o complejidad del modelo, por lo que resulta conveniente tener presente lo anterior cuando se abordan los resultados de modo que no se afecten las conclusiones.
- De tipo ideal. Consiste en la exageración de alguna de las características presente en el objetivo con el propósito de simplificar el modelo. La idealización tiene como efecto remover algún o algunos de los factores que complican el modelo y si éstos tienen efectos insignificantes en explicar cómo funciona el modelo, entonces el modelo será útil para obtener las conclusiones del objetivo.
- Análogos. Son diseñados en analogía entre un fenómeno mejor estudiado y el objetivo. Este tipo de modelo resulta útil siempre que sea adecuada la analogía entre fenómenos.

*“Un agente es un programa de computación por separado, o lo que es más común, una parte distinta de un programa que es utilizado para representar actores sociales –personas, organizaciones como las empresas, u organismos como los estados nación”.* (Gilbert, 2008: 5). Es posible diferenciar el comportamiento entre los agentes. Los agentes se pueden caracterizar de acuerdo a un conjunto de creencias, objetivos y acciones a experimentar o probar. Esto permite estudiar estrategias de abajo hacia arriba. Otras características de los agentes es que éstos pueden ser autónomos con respecto a controles externos, interactuar entre ellos y con su medio ambiente, adaptarse a los cambios de su entorno, es decir, *aprender* y desarrollar nuevas estrategias. (Axelrod, 1997).

Por último, el ambiente es el mundo virtual en que interactúan los agentes, inclusive interactúan con él. Este mundo virtual puede ser una representación geográfica de un espacio, llamados espacialmente explícitos. Hay otros que son representaciones en un espacio de conocimiento en el cual los agentes tienen coordenadas que indican su posición. El mundo virtual también se puede representar por medio de enlaces, es decir, los agentes (nodos) forman redes a través de sus interacciones. (Axelrod, 1997).

Dadas las anteriores características los modelos basados en agentes son útiles para estudiar dinámicas no lineales y además, se pueden introducir redes

complejas que representen el mundo virtual en el que interactúan los agentes. Esta clase de modelos ha resultado de especial utilidad para estudiar diversos aspectos de la sustentabilidad. Al respecto, existen diversos estudios que se enfocan a temas relacionados con la sustentabilidad y las partes interesadas, entre éstos se encuentran los trabajos derivados del proyecto europeo *Methods and Tools for Integrated Sustainability Assessment (MATISSE)*:

- Whitmarsh y Nykvist (2008) desarrollaron un MBA para apoyar el aprendizaje y toma de decisiones para la evaluación de la movilidad sustentable.
- Valkering *et al.* (2008) modelaron los cambios culturales y de comportamiento en la gestión del agua con el propósito de explorar escenarios para el caso de la Confederación Hidrológica del Ebro en España.

Y otros como:

- Valbuena *et al.* (2010) exploraron los efectos de los mecanismos voluntarios en el cambio de uso de suelo, para un caso en Australia.
- Halog y Manik (2011) en su propuesta de evaluación de la sustentabilidad del ciclo de vida de la cadena de suministro de aceite de palma incorporan los MBA como un elemento de su metodología de su investigación.

Resulta claro que para abordar el estudio de la sustentabilidad, los MBA son de utilidad y que esta herramienta es complementaria al uso de otras técnicas.

Hasta aquí se ha planteado que la sustentabilidad es un fenómeno complejo, tanto por lo que representa como por las variables y agentes que intervienen. En los siguientes capítulos se estudian diversos aspectos de la sustentabilidad enfocados, en particular, a una actividad económica, la desarrollada por la industria del cemento. Esta industria ha implementado diversas estrategias para dirigir su actividad bajo criterios sustentables; sin embargo, se presentan dos problemáticas que hacen difícil la convergencia entre los objetivos económicos, sociales y ambientales. La primera, es en relación con la inestabilidad financiera del sistema, y la segunda, reside en el proceso mismo de fabricación del cemento.



## Capítulo II

# Sustentabilidad económica: desempeño económico y financiero de Cemex, Holcim y Lafarge<sup>24</sup>

---

*“El espectáculo de los mercados de inversión modernos me ha llevado algunas veces a concluir que la compra de una inversión debe ser permanente o indisoluble, como el matrimonio, excepto por motivo de muerte o de otra causa grave, [...] tal cosa forzaría a los inversionistas a dirigir su atención solamente a las oportunidades a largo plazo”*

**J. M. Keynes<sup>25</sup>**

La sustentabilidad económica se ha orientado principalmente al sostenimiento del crecimiento económico, representado a nivel macroeconómico por el producto interno bruto de los países y en el nivel micro medido por la rentabilidad de las empresas. En los últimos años el crecimiento económico ha estado más vinculado al crecimiento de los precios de los activos financieros. A principios del siglo XXI, la nueva economía basada en las empresas tecnológicas auguraba mejores tiempos, con todo, la burbuja *punto com* desató una crisis financiera con repercusiones económicas. Dicha crisis pasó pronto al olvido y el mercado de la vivienda en los Estados Unidos propició una nueva burbuja, repitiéndose el patrón de burbuja-crisis pero con sus propias connotaciones. Los instrumentos de la innovación financiera permitieron la expansión del boom así como de la crisis económica y financiera; crisis de la cual, las economías europeas, la estadounidense y la mexicana no terminan de recuperarse.

El objetivo del capítulo es estudiar la sustentabilidad económica de las principales empresas de la industria del cemento. Para ello, se revisa la influencia del desenvolvimiento económico en el desempeño de la industria del cemento, a través de los niveles de producción globales. También se da cuenta de los principales países productores, exportadores e importadores, para dar paso al listado de las principales empresas globales. Posteriormente, se analiza el

---

<sup>24</sup> Una versión preliminar sobre las exportaciones de la industria cementera de México se publicó en Vera Martínez y Jacobo (2011).

<sup>25</sup> J. M. Keynes, 1936[2012]. *Teoría general de la ocupación, el interés y el dinero*, FCE, p.168.

desempeño económico y financiero de Cemex, Holcim y Lafarge para lo cual se abordan los indicadores básicos de liquidez, administración de activos, endeudamiento y rentabilidad; después, se estudian las series de tiempo del precio de cotización de las acciones de las empresas en sus mercados de origen así como el rendimiento sobre el precio; y se hace una comparación entre la rentabilidad operativa de las empresas, es decir, la relacionada con sus operaciones sustantivas –la venta de cemento, entre ellas- y el rendimiento bursátil. Por último, para ahondar en la comprensión de cómo la inestabilidad financiera afecta la sustentabilidad de las empresas, se hace un estudio más profundo del desempeño de Cemex.

## 2.1 Panorama general de la industria del cemento

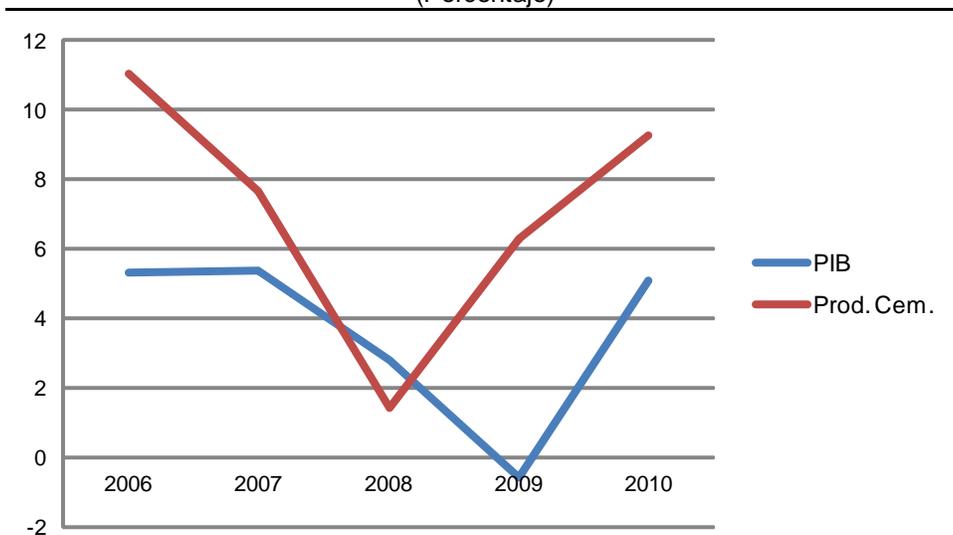
El cemento, como insumo de la industria de la construcción, es una variable procíclica, es decir, sus movimientos están influenciados por el desenvolvimiento del ciclo económico. En el período<sup>26</sup> de 2006 a 2010 el crecimiento del producto interno bruto (PIB) promedio de las economías fue de 3.6%, en tanto que el crecimiento de la producción de cemento fue de 5.9 por ciento (estimaciones con datos de IMF, 2012; USGS, 2011, 2012). Sin embargo, los promedios no reflejan la dinámica del período que se caracteriza por fuertes contracciones en ambas variables, si bien, la producción de cemento ha mantenido una tendencia creciente debido a la influencia de China e India (cuadro 2.1). En la gráfica 2.1 se puede observar que la tasa de crecimiento de producción de cemento fue menor en 2007 con respecto a 2006, al pasar del 11.1 al 7.7 por ciento, es decir, la tasa es menor en un 30.74%, ahora bien, la tasa en 2008 sólo alcanzó el 1.4%, lo que representa una caída del 81.42% con respecto a 2007, también en la gráfica, se puede apreciar que la contracción de 2008 en la producción de cemento se anticipa a la caída del PIB a nivel mundial en 2009. Sin embargo, no cae la producción de

---

<sup>26</sup> Se considera este período por la limitante obtener de información actualizada para la producción de cemento a nivel mundial debido al rezago de la misma en los datos que provee el US Geological Survey a través de las publicaciones del *Minerals Yearbook*, cuya última edición de 2012 contiene información al 2010. Sin embargo, en dicho período se manifiesta el fenómeno que se pretende exponer.

cemento en términos absolutos, debido a que la producción pasó de 2 350 millones de toneladas (Mt) de cemento en 2005 a 2 610 Mt en 2006 –lo que explica la tasa de 11.1% en dicho año-, luego, a 2 810 Mt en 2007 y a 2 850 Mt en 2008 (cuadro 2.1), esta tendencia creciente -que fue soportada por la producción de China e India- es la que en primera instancia no permite ver lo que aconteció en otros países.

**Gráfica 2.1**  
**Crecimiento del producto interno bruto y producción de cemento a nivel mundial**  
 (Porcentaje)



Fuente: elaboración propia con datos del International Monetary Fund (IMF), 2012, *World Economic Outlook*, Table A.2 Advanced Economies: Real GDP and Total Domestic Demand y Table A.4 Emerging Market and Developing Economies: Real GDP, International Monetary Fund, pp. 190-191, 194-196; Hendrik G. van Oss, 2011, "Cement", en US Geological Survey [USGS], *Minerals Yearbook 2009*, Table 22 Hydraulic cement: world production by country, USGS/U.S. Department of the Interior, pp. 16.33-16.36; 2012, "Cement", en *Minerals Yearbook 2010*, Table 22 Hydraulic cement: world production by country, USGS/U.S. Department of the Interior, pp. 16.34-16.37.

Notas:

PIB: tasa de variación del producto interno bruto a nivel mundial.

Prod. Cem.: tasa de variación de la producción de cemento a nivel mundial.

El PIB mundial en 2007 fue de 5.4%, no obstante, la economía de los Estados Unidos ya exhibía un menor dinamismo, el crecimiento de su PIB fue de 1.9%,

menor al alcanzado en 2006 que fue de 2.7% (IMF, 2012). La menor tasa de crecimiento del producto de los Estados Unidos en 2007 representa la antesala de la crisis que se desarrolló al estallar la burbuja hipotecaria en ese país y que posteriormente se expandiría, en mayor o menor grado, al resto del mundo. En Estados Unidos la producción de cemento mostró una tendencia decreciente desde el 2006 al disminuir la producción en 1.18% con respecto a 2005, luego, la producción se desplomó un 25.96% en 2009 en concordancia con la caída de su economía que fue de 3.1 por ciento (IMF, 2012). En Estados Unidos, la producción de cemento pasó de 100 Mt en 2006 a tan sólo 65 Mt en 2009. La producción de cemento en 2007 también cayó en Japón (-3.2%), Corea (-3.1%), Francia (-1.1%), Suiza (-0.99%), Alemania (-0.74%) e Italia (-0.57%). En 2008, se sumarían a esta tendencia decreciente España (-23.1%), Rusia (-10.5%), Canadá (-9.3%), Malasia (-2.5%) y Grecia (-1). Finalmente, lo harían México (-26.1%) y Pakistán (-9.7%) en 2009; año en que el crecimiento de la economía mundial cayó en 0.6% (ver gráfica 2.1; IMF, 2012). (Datos y estimaciones referentes a la producción de cemento con base en Oss, 2011, 2012, ver cuadro 2.1).

Los países líderes en la producción de cemento son China, India y Estados Unidos. En contraste con lo ocurrido en Estados Unidos, tanto China como en la India han mantenido una tendencia creciente en su ritmo de producción de cemento que a su vez se refleja en el total de la producción mundial. En China en el período de 2006 a 2010 el promedio en el crecimiento de la producción de cemento fue del 10.2%, en tanto que para la India fue de 6.8%. Esta dinámica, en ambos casos, se explica por las altas tasas de crecimiento que han registrado sus economías, las cuales han sido de 11.22% y 8.48%, para el mismo período (estimaciones con datos de IMF, 2012). Ambas economías mostraron desaceleraron en 2008 al lograr tasas de 9.6% y 6.9%, cuando éstas habían sido del 14.2% y 10% en 2007 todavía superiores a las alcanzadas en 2006 que fueron 12.7% y 9.5% respectivamente para China e India (IMF, 2012). (Datos y estimaciones referentes a la producción de cemento con base en Oss, 2011, 2012, ver cuadro 2.1).

**Cuadro 2.1**  
**Producción mundial de cemento hidráulico**  
(Millones de toneladas, Mt)

País	2005		2006		2007		2008		2009*		2010*	
	Mt	%										
China	1 069	45.5	1 237	47.4	1 361	48.4	1 400	49.1	1 644	54.3	1 880	56.8
India	145	6.2	160	6.1	170	6.0	185	6.5	205	6.8	210	6.3
Estados Unidos	101	4.3	100	3.8	97	3.4	88	3.1	65	2.1	67	2.0
Japón	70	3.0	70	2.7	68	2.4	63	2.2	55	1.8	52	1.6
Rusia	49	2.1	55	2.1	60	2.1	54	1.9	44	1.5	50	1.5
Corea	51	2.2	54	2.1	52	1.9	52	1.8	50	1.7	47	1.4
Italia	40	1.7	48	1.8	48	1.7	43	1.5	36	1.2	36	1.1
<b>México</b>	<b>37</b>	<b>1.6</b>	<b>40</b>	<b>1.5</b>	<b>41</b>	<b>1.4</b>	<b>48</b>	<b>1.7</b>	<b>35</b>	<b>1.2</b>	<b>35</b>	<b>1.0</b>
Pakistán	17	0.7	21	0.8	27	1.0	31	1.1	28	0.9	30	0.9
Alemania	31	1.3	34	1.3	33	1.2	34	1.2	30	1.0	30	0.9
España	50	2.1	54	2.1	55	1.9	42	1.5	30	1.0	23	0.7
Malasia	18	0.8	18	0.7	19	0.7	19	0.7	19	0.6	20	0.6
Francia	21	0.9	23	0.9	22	0.8	22	0.8	18	0.6	18	0.6
Grecia	15	0.6	16	0.6	17	0.6	17	0.6	16	0.5	15	0.5
Canadá	14	0.6	14	0.5	15	0.5	14	0.5	11	0.4	12	0.4
Bélgica	8	0.3	8	0.3	8	0.3	8	0.3	9	0.3	9	0.3
Suiza	4	0.2	4	0.2	4	0.1	4	0.1	4	0.1	4	0.1
Otros	610	25.9	655	25.1	713	25.4	729	25.6	729	24.1	772	23.3
<b>Total</b>	<b>2 350</b>		<b>2 610</b>		<b>2 810</b>		<b>2 850</b>		<b>3 030</b>		<b>3 310</b>	

Fuente: elaborado con base en Hendrik G. van Oss, 2011, "Cement", en US Geological Survey [USGS], *Minerals Yearbook 2009*, Table 22 Hydraulic cement: world production by country, USGS/U.S. Department of the Interior, pp. 16.33-16.36; 2012, "Cement", en USGS, *Minerals Yearbook 2010*, Table 22 Hydraulic cement: world production by country, USGS/U.S. Department of the Interior, pp. 16.34-16.37.  
(%) Participación de la producción mundial de cemento.  
(\* ) Cifras corresponden al *Minerals Yearbook 2010*.

Sin embargo, esta desaceleración del crecimiento de sus economías no se manifestó en menores tasas de producción de cemento las cuales fueron positivas. Para el caso de China la producción de cemento ha mantenido su tendencia creciente, si bien, ha registrado algunos años de menor dinamismo como fue la tasa de crecimiento de 10.06% en 2007 y el 2.9% en 2008 cuando en los demás años del período la tasa de crecimiento ha sido superior al 14%, destacando la alcanzada en 2009 que fue de 17.43%. Por otra parte, la participación de la producción de China con respecto al total de la producción del cemento mundial es superior al 45%, llegando a representar más del 56% del total en el 2010, de ahí la fuerte correlación entre la producción de China y la mundial<sup>27</sup>. En cuanto a la India la producción de cemento también ha mantenido tasas positivas aunque no tan altas como las registradas en China. En el período de

<sup>27</sup> Coeficiente de correlación de 0.9873, cálculo propio con datos de USGS, 2011, 2012.

2006 a 2010, los años de 2006 y 2009 son en los que la India ha obtenido mayores tasas de producción, 10.34 y 10.81% respectivamente, en tanto que la menor de ellas, 2.14%, ocurrió en 2010. (Datos y estimaciones referentes a la producción de cemento con base en Oss, 2011, 2012, ver cuadro 2.1).

En lo referente a los flujos de comercio internacional del cemento, China se encuentra entre los principales países exportadores (anexo 3) pero, contrario a la tendencia de su producción, las cifras de sus exportaciones reflejaron el menor dinamismo de la economía mundial. China exportó 36.1 Mt de cemento en 2006, en tanto que sólo fueron 15.6 Mt en 2009, en decir, las exportaciones cayeron en -8.6%, -21.1% y -40% entre los años de 2007 a 2009. En lo que concierne a la proporción de las exportaciones con respecto al total de la producción de China, ésta muestra una disminución gradual, presentaba el 2.9% en 2006, pasó al 2.4% en 2007 y luego al 1.9% en 2008 hasta llegar a representar el 0.9% en 2009. Esto muestra que la producción de China se consume principalmente en el mismo país.

Por su parte, Japón presentó altibajos en sus exportaciones, sin que éstos se aprecien demasiado en las cifras, así las exportaciones ascendieron a 10.1 Mt en 2006 y 10.7 Mt en 2009, siendo 9.6 Mt el monto menor de las exportaciones que se registró en 2007. Las exportaciones japonesas representaron el 14.5% de su producción en 2006 y han mostrado un incremento en dicha proporción al pasar al 17.4% en 2008 y 19.5% en 2009. Contrario a China, en Japón sí hubo una disminución de su producción de cemento, el aumento de la participación de las exportaciones sugiere que éstas han amortiguado la caída de su demanda interna.

Alemania y Corea habían presentado ligeros aumentos consecutivos en sus exportaciones de 2006 a 2008, el descenso de las mismas ocurrieron en 2009 y fueron del orden de -15.6% y -27.6% respectivamente. Las exportaciones para Alemania representaron más del 20% del total de cemento producido, 21.7% en 2006 y 26.3% en 2009. En Corea, la proporción de las exportaciones con respecto al total ha decrecido, de 11.4% en 2006 al 9.3% en 2009.

Las exportaciones de Pakistán y Grecia mantuvieron una tendencia creciente en el período de 2006 a 2009, destacando el caso pakistaní que de 2006 a 2007 aumentaron de 1.9 Mt a 4.6 Mt, es decir, registraron un crecimiento del 140.7%. Para ambos países, la proporción de las exportaciones ha aumentado, en Pakistán pasó del 9.2% en 2006 al 36.6% en 2009 y en Grecia del 21.4% al 26.3% respectivamente.

México, aunque es de los principales productores de cemento, no se encuentra entre los primeros países exportadores –como fueron los casos anteriores-, ocupó la posición 23 en 2009. Tanto el volumen de las exportaciones mexicanas<sup>28</sup> como su participación con respecto al total de la producción han presentado disminuciones consecutivas, los volúmenes de exportaciones disminuyeron en -16% en 2007, -9.9% en 2008 y de -52.6% en 2009 y la participación en el total pasó de 7.4% en 2006 al 3.1% en 2009. (Datos y estimaciones referentes a las exportaciones con base en International Trade Centre, 2011a, ver anexo 4; referencia total de producción de cemento con base en Oss, 2011, 2012).

Estados Unidos es el principal importador de cemento (anexo 4), su demanda decayó en el período de 2006 a 2009. El volumen de sus importaciones disminuyó en -36.7% en 2007, -49.3% en 2008 y -40.1% en 2009. También disminuyó la proporción de éstas en el total de la producción de cemento, que representaban el 36% del total en 2006 al 10.6% en 2009. Francia e Italia también se encuentran entre los principales países importadores. Las importaciones francesas crecieron en 27.8% en 2007 cayendo en -19.1% en 2008 y -4.4% en 2009. Las importaciones francesas con respecto al total de su producción a pesar de altibajos, han aumentado su participación de 16.4% en 2006 a 19.15% en 2009. Por su parte, Italia también ha reducido el ritmo de sus exportaciones de -5.9% en 2007, -19.1% en 2008 y -4.4% en 2009, no así, la proporción de éstas con respecto al total de la producción de cemento que ha oscilado alrededor del 9% en el período de 2006 a 2009. (Datos y estimaciones referentes a las importaciones

---

<sup>28</sup> A reserva de que en otro apartado se retoma la cuestión de las exportaciones mexicanas, en este momento cabe señalar que el principal destino de éstas son los Estados Unidos.

con base en International Trade Centre, 2011b, ver anexo 5; referencia total de producción de cemento con base en Oss, 2011, 2012).

China es el país líder en la producción de cemento y también se encuentra entre los primeros exportadores, por su parte, Estados Unidos está también entre los países líderes en producción y es el principal importador. ¿Quiénes se encargan de la producción de cemento? Las principales empresas productoras de cemento son de origen europeo y chino, con excepción de la mexicana Cemex (cuadro 2.2).

**Cuadro 2.2**  
**Principales empresas cementeras, 2011**

(Por capacidad instalada)

# C	Empresa	País	Capacidad (Mt/año)	No. de plantas	Capacidad promedio de las plantas*	Proporción del total cap. acum.* (%)
1	Lafarge	Francia	225	166	1.36	16.12
2	Holcim	Suiza	217	149	1.46	15.54
3	CNBM	China	200	69	2.90	14.33
4	Anhui Conch	China	180	34	5.29	12.89
5	HeidelbergCement	Alemania	118	71	1.66	8.45
6	Jidong	China	100	100	1.00	7.16
7	Cemex	México	96	61	1.57	6.88
8	China Resources	China	89	16	5.56	6.38
9	Sinoma	China	87	24	3.63	6.23
10	Shanshui	China	84	13	6.46	6.02
Capacidad acumulada*			1 396			

Fuente: elaboración propia con datos de Marie Lechtenberg, 2012, "Top 20 global cement companies", *Global Cement Magazine*, 17 diciembre 2012, <http://www.globalcement.com/magazine/articles/741-top-20-global-cement-companies>, (19 marzo 2013).

#C: posición en la clasificación.

CNBM: China National Building Materials Company Limited

Mt/año: millones de toneladas al año.

(\*) Cálculos propios.

Las principales 10 empresas cementeras en conjunto tienen una capacidad instalada de 1 396 Mt, equivalente al 42% de la producción mundial de cemento en 2010. De éstas, seis empresas son chinas, las cuales están dedicadas

principalmente a satisfacer su mercado interno (Lechtenberg, 2012) –hecho que se observa en la revisión de las cifras de producción y de comercio exterior de China-. Las cuatro restantes son empresas multinacionales -Lafarge (Francia), Holcim (Suiza), HeidelbergCement (Alemania) y Cemex (México)-, con una capacidad conjunta de 656 Mt, éstas concentran el 47% del total de las primeras 10 empresas, que es equivalente al 20% de la producción mundial de cemento en 2010. Llama la atención la diferencia de la capacidad promedio por planta que hay entre las empresas chinas y el resto, el promedio de las empresas chinas oscila en los 4 Mt por planta que es casi tres veces la capacidad promedio de las demás empresas.

Por otra parte, podría llamar la atención que los Estados Unidos ocupe el tercer lugar en la producción de cemento y que no haya empresas originarias de ese país en el listado de las primeras 10 - tampoco aparece alguna considerando las 20 de la clasificación-. Entonces, ¿América para los americanos? Sí, en el caso del cemento, Cemex es la empresa líder del continente, le siguen Holcim y Lafarge, en cuanto a HeidelbergCement<sup>29</sup>, ésta sólo tiene operaciones en Estados Unidos y Canadá.

**Lafarge** se ha mantenido como líder mundial, a pesar de su menor dinamismo<sup>30</sup>. Realizó operaciones en 64 países durante 2012 cuando se encontraba en 76 países en 2007, aún así, se ubicó en la posición 24 del índice de transnacionalidad<sup>31</sup> (TNI) de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Comercio y Desarrollo (UNCTAD, por siglas en inglés) y por activos en el extranjero ocupó el 63 lugar en el 2012. Contó con 65 000 empleados distribuidos en 1 570 sitios de producción en el 2012, siendo que empleaba aproximadamente a 90 000 personas en 1 972 sitios en 2007. En lo referente a la división de cemento, en 161 plantas ubicadas en 58 países y empleó a 41 200 personas en el 2012 con ventas por 16 169 millones de euros; en contraste, tenía

---

<sup>29</sup> En la investigación no se considera a HeidelbergCement debido a dos razones, la primera, al inicio del estudio no se ubicaba en la tercera posición global, y la segunda, no realiza operaciones en México.

<sup>30</sup> A modo de preámbulo al análisis financiero de las empresas, se mencionan algunos de los cambios en sus cifras clave ocurridos entre el inicio de la crisis en 2007 y el cierre de 2012.

<sup>31</sup> Es un promedio de la proporción de activos, ventas y empleados en el extranjero.

124 plantas ubicadas en 46 países, empleando alrededor de 45 000 personas y con ingresos de aproximadamente 10 300 millones de euros en 2007. Se mantiene como líder en la venta de cemento. (Lafarge, 2008; 2013; UNCTAD, 2013a).

**Holcim** mantiene su presencia en alrededor de 70 países; sin embargo, el número de empleados se ha reducido de 89 364 personas en 2007 a 78 103 empleados en 2012. En lo concerniente a la división cemento, operó 148 plantas de cemento con capacidad instalada de 217.5 Mt, empleando a 51 364 personas y con ventas netas por 14 191 millones de francos suizos (CHF) en 2012; en cambio, operaba 151 plantas con capacidad de 197.8 Mt y tenía 57 671 empleados y ventas por 17 223 millones CHF en 2007. (Holcim, 2008b; 2013a).

**Cemex** tiene operaciones en más de 50 países. Al igual que las otras dos empresas, el número de empleados ha disminuido de 66 612 personas a 43 905 en el transcurso de 2007 al 2012, así como sus ventas, de 16 543 millones de dólares (mdd) en 2007 a 13 816 mdd en 2012. Al igual que Lafarge, según la UNCTAD se encuentra entre las principales empresas transnacionales a nivel internacional al ocupar la 26 posición en el TNI y el lugar 98 por el número de activos en el extranjero el 2012; al comparar a Cemex con otras empresas de economías en desarrollo, se ubica en el lugar 20 del índice TNI y en la séptima posición por sus activos en el extranjero en el 2011. Aunque, Cemex perdió su lugar como la tercera compañía líder en la producción de cemento mantiene el liderato en la venta de concreto. El número de plantas de cemento se redujo de 67 en el 2007 a 57 en el 2012 (Cemex, 2008b; 2012; UNCTAD, 2013a; 2013b).

## 2.2 Desempeño económico y financiero de Cemex, Holcim y Lafarge

A continuación se revisa la influencia del ciclo económico en el desempeño de las empresas Cemex, Holcim y Lafarge, centrando la atención en aquellos períodos que han sido afectados por la evolución de los mercados financieros. Después se profundiza en el análisis de las series de tiempos para el precio de cotización de

las empresas así como la relación entre estas series, además del rendimiento sobre el precio, sus oscilaciones y la discrepancia entre el desempeño económico atribuido a las operaciones de las empresas y el desempeño financiero imputado a su participación en los mercados financieros.

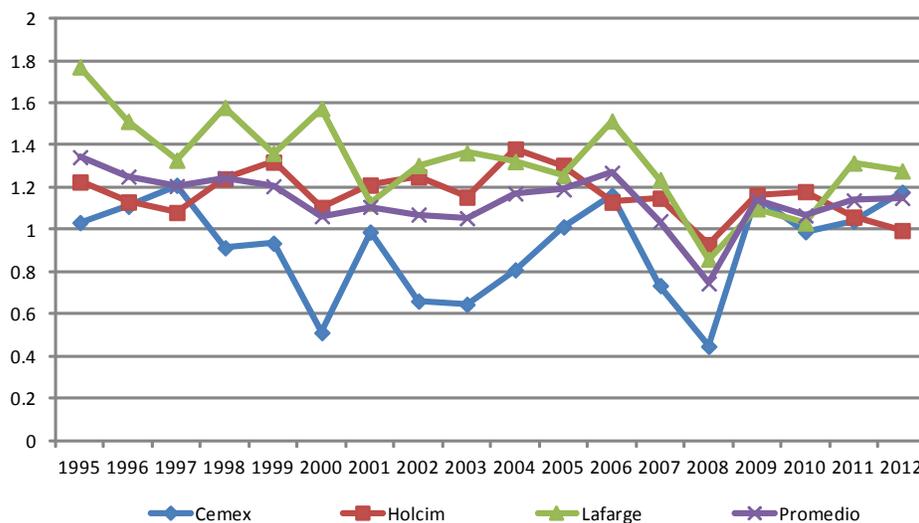
- *Análisis básico*

En este apartado se consideran a Lafarge, Holcim y Cemex que al inicio de esta investigación eran consideradas las tres líderes de la industria del cemento a nivel internacional. Se toma el período de 1995 al 2012 del cual se tiene información – consolidada- para las tres empresas.

**Liquidez.** Este índice considera la capacidad de las empresas para cubrir sus pasivos corrientes con los activos corrientes o circulantes. En el período referido, el índice promedio de liquidez osciló entre 0.74 y 1.34 veces. A lo largo de la serie, Cemex se mantiene por debajo del promedio, en tanto que Lafarge es la que exhibe la mayor liquidez de las tres empresas. Se observa que fue generalizada la caída de este índice en 2008, consecuencia de la crisis económica y financiera. (Gráfica 2.2).

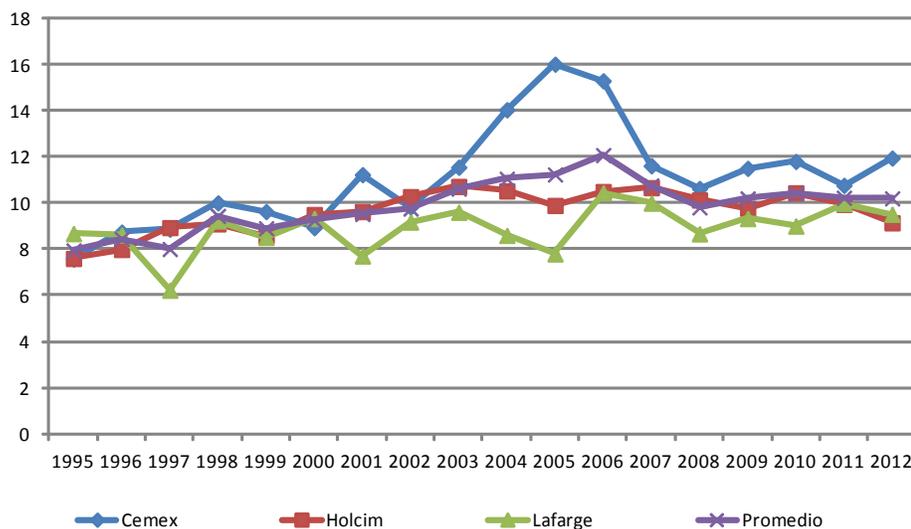
**Rotación de inventarios.** Este índice mide las veces que se mueven los activos en relación a las ventas. La rotación promedio se encuentra entre 8 y 12 veces, en la gráfica 2.3 se observa claramente que Cemex se ha mantenido por encima del promedio a lo largo del período considerado, con excepción del año 1995. En cuanto a Holcim, el índice se ha mantenido muy cercano al promedio. Por su parte Lafarge muestra un índice por debajo del promedio. De lo anterior, se infiere que Cemex maneja una política de inventarios bajos y que su capacidad de producción se adapta para cubrir la demanda en los períodos de auge, como fue el caso del 2004 a 2006.

**Gráfica 2.2**  
**Índice de liquidez**



Fuente: elaboración propia con datos de Capital IQ, 2012a, "Cemex SAB de CV NYSE Financials Anual"; 2012b, "Holcim Ltd SWX HOLN Financials Anual"; 2012c, "Lafarge SA ENXTPALG Financials Anual", (28 septiembre 2012); Cemex, 2013, *Cemex 2012 20-F Report*, México, pp. F6-F7 y F31; Holcim, 2013a, *Annual Report 2012 Holcim Ltd*, Jona, Suiza, pp. 4, 131 y 133; Lafarge, 2013, *Rapport Annuel. Document de Référence Lafarge 2012*, París, pp. F4-F6, F27 y F56.

**Gráfica 2.3**  
**Rotación de inventarios**



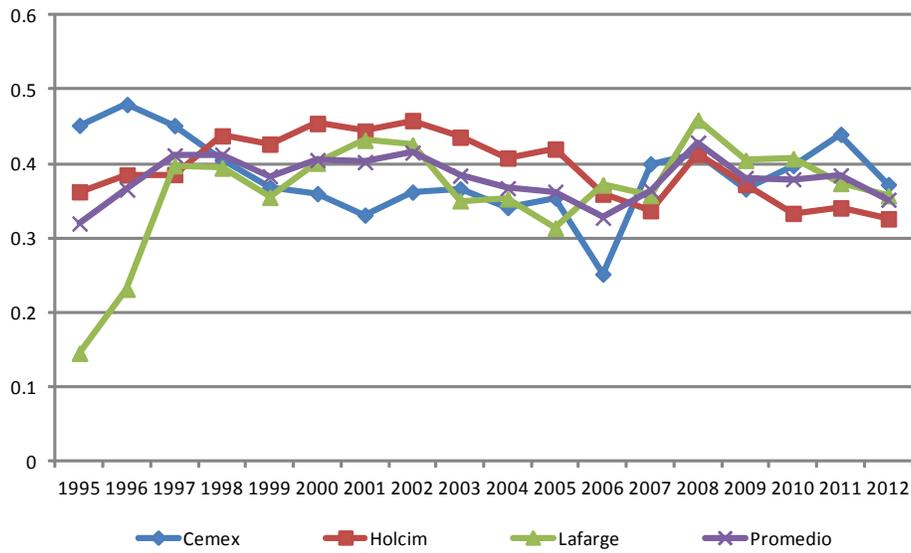
Fuente: elaboración propia con datos de Capital IQ, 2012a, "Cemex SAB de CV NYSE Financials Anual"; 2012b, "Holcim Ltd SWX HOLN Financials Anual"; 2012c, "Lafarge SA ENXTPALG Financials Anual", (28 septiembre 2012); Cemex, 2013, *Cemex 2012 20-F Report*, México, pp. F6-F7 y F31; Holcim, 2013a, *Annual Report 2012 Holcim Ltd*, Jona, Suiza, pp. 4, 131 y 133; Lafarge, 2013, *Rapport Annuel. Document de Référence Lafarge 2012*, París, pp. F4-F6, F27 y F56.

**Razón deuda total a activo total.** En promedio esta razón ha oscilado entre el 32 y 42%. En general, el comportamiento de las empresas es irregular con respecto al promedio. Cemex presenta mayor endeudamiento en los años de 1995 a 1997, el 2007 y de 2010 a 2011, en los demás años se mantiene por debajo del promedio e incluso es la que presenta menor endeudamiento de 2000 a 2002 y en 2006; con respecto al último año de la serie, se observa que su razón ha vuelto a disminuir aproximándose al promedio. Por otra parte, Holcim que había exhibido mayores niveles de endeudamiento durante el período de 1998 a 2005, presenta niveles menores desde el 2010 a 2012. Lafarge que había presentado los menores niveles de endeudamiento en 1995 a 1996, exhibe una tendencia cercana al promedio a partir de 1997; lo que llama la atención es que la razón de deuda pasó de 14.51% a 23.13% y después al 39.73% en 1997; inclusive de 2008 a 2010 fue la empresa que mostró una razón mayor de endeudamiento. (Gráfica 2.4).

**Rentabilidad.** De las diversas medidas de rentabilidad se consideran el margen de utilidad sobre ventas, la rentabilidad básica (el EBITDA -por siglas en inglés; ganancias antes de intereses, impuestos, depreciaciones y amortizaciones- sobre activos y capital, respectivamente) y las ganancias netas sobre los activos totales y capital contable. Se busca medir el rendimiento resultado de las operaciones sustantivas de las empresas.

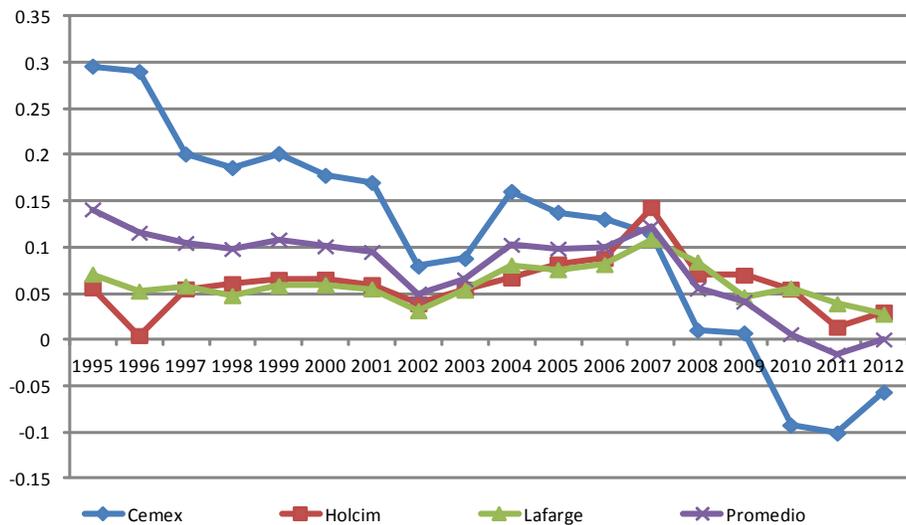
**Margen de utilidad sobre ventas.** Al observar esta razón, se advierte que 2007 es un año de inflexión para Cemex que se había mantenido por encima del promedio y que después de dicho año fue la empresa con menor margen e incluso después de 2009 es negativo. Otro aspecto interesante, que también se observa en otras medidas de rentabilidad, es que Cemex no sólo se mantuvo por encima del promedio sino que tanto Holcim y Lafarge hasta antes de 2007 se mantuvieron por debajo del promedio, sólo para los últimos años de la serie se muestran por encima de éste debido a la fuerte caída de Cemex. (Gráfica 2.5).

**Gráfica 2.4**  
**Razón de deuda total a activo total**



Fuente: elaboración propia con datos de Capital IQ, 2012a, "Cemex SAB de CV NYSE Financials Anual"; 2012b, "Holcim Ltd SWX HOLN Financials Anual"; 2012c, "Lafarge SA ENXTPALG Financials Anual", (28 septiembre 2012); Cemex, 2013, *Cemex 2012 20-F Report*, México, pp. F6-F7 y F31; Holcim, 2013a, *Annual Report 2012 Holcim Ltd*, Jona, Suiza, pp. 4, 131 y 133; Lafarge, 2013, *Rapport Annuel. Document de Référence Lafarge 2012*, París, pp. F4-F6, F27 y F56.

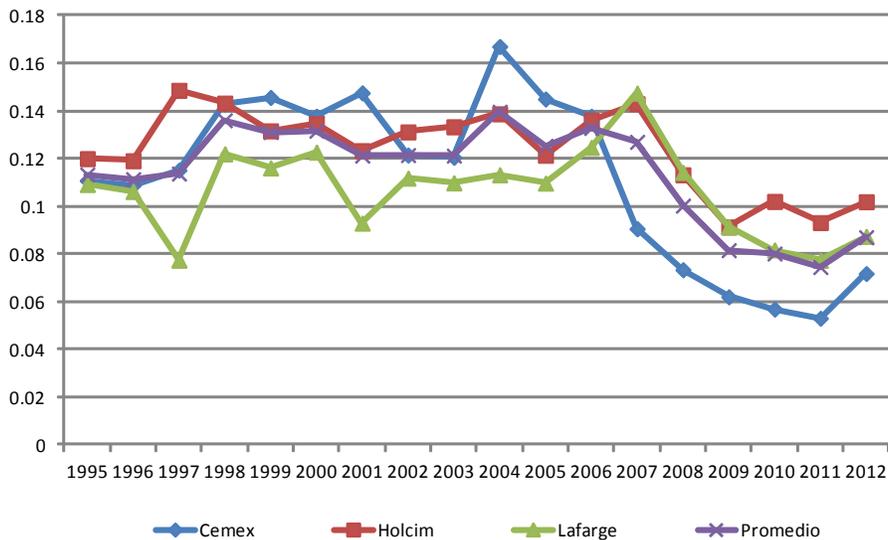
**Gráfica 2.5**  
**Margen de utilidad sobre ventas**



Fuente: elaboración propia con datos de Capital IQ, 2012a, "Cemex SAB de CV NYSE Financials Anual"; 2012b, "Holcim Ltd SWX HOLN Financials Anual"; 2012c, "Lafarge SA ENXTPALG Financials Anual", (28 septiembre 2012); Cemex, 2013, *Cemex 2012 20-F Report*, México, pp. F6-F7 y F31; Holcim, 2013a, *Annual Report 2012 Holcim Ltd*, Jona, Suiza, pp. 4, 131 y 133; Lafarge, 2013, *Rapport Annuel. Document de Référence Lafarge 2012*, París, pp. F4-F6, F27 y F56.

**EBITDA a activo total.** En general, la rentabilidad promedio -medida por este cociente- muestra una tendencia decreciente a partir de 2007. (Gráfica 2.6). Holcim muestra un índice cercano al promedio e incluso mayor de 1995 a 1998, 2002 a 2003 y del 2007 al 2012. Por su parte, Cemex se había mantenido por encima del promedio hasta el 2006 y por encima de Holcim de 1999 a 2001 y de 2004 a 2005; después de 2006 el índice de Cemex es el de menor rendimiento. Lafarge, previo a 2007 se mantuvo por debajo del promedio, de 2007 a 2009 se mostró por encima y en los últimos años el índice es muy cercano a la media. Cabe señalar que para las tres empresas se observa una recuperación del rendimiento en 2012.

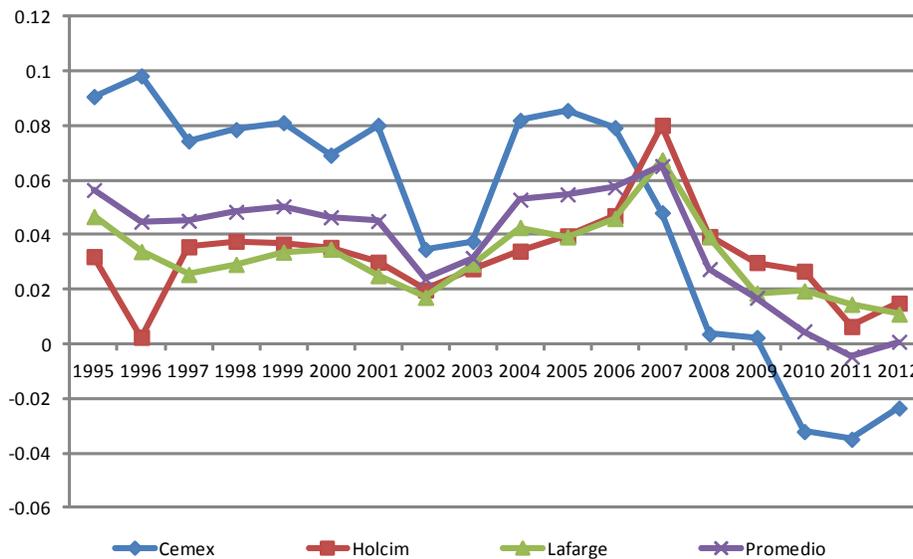
**Gráfica 2.6**  
**EBITDA a activo total**



Fuente: elaboración propia con datos de Capital IQ, 2012a, "Cemex SAB de CV NYSE Financials Anual"; 2012b, "Holcim Ltd SWX HOLN Financials Anual"; 2012c, "Lafarge SA ENXTPALG Financials Anual", (28 septiembre 2012); Cemex, 2013, *Cemex 2012 20-F Report*, México, pp. F6-F7 y F31; Holcim, 2013a, *Annual Report 2012 Holcim Ltd*, Jona, Suiza, pp. 4, 131 y 133; Lafarge, 2013, *Rapport Annuel. Document de Référence Lafarge 2012*, Paris, pp. F4-F6, F27 y F56.

**Rendimiento sobre activo total (ROA).** Es muy interesante el comportamiento que muestra esta medida. Cemex fue la empresa con mayores niveles de rentabilidad durante el período de 1995 a 2006, y por debajo del promedio se ubicaron Holcim y Lafarge. Después de este período, Cemex no sólo ha estado por debajo del promedio, sino que ha mostrado rendimientos menores a medio punto porcentual en 2008 y 2009, y negativos de 2010 a 2012. (Gráfica 2.7).

**Gráfica 2.7**  
**Rendimiento sobre activo total**

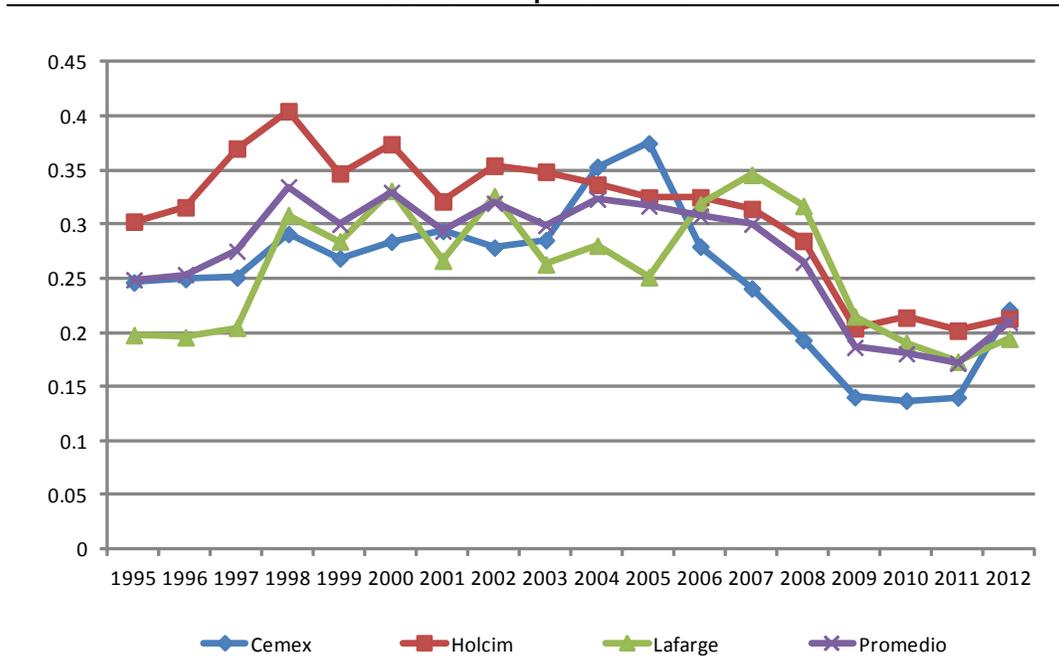


Fuente: elaboración propia con datos de Capital IQ, 2012a, "Cemex SAB de CV NYSE Financials Anual"; 2012b, "Holcim Ltd SWX HOLN Financials Anual"; 2012c, "Lafarge SA ENXTPALG Financials Anual", (28 septiembre 2012); Cemex, 2013, *Cemex 2012 20-F Report*, México, pp. F6-F7 y F31; Holcim, 2013a, *Annual Report 2012 Holcim Ltd*, Jona, Suiza, pp. 4, 131 y 133; Lafarge, 2013, *Rapport Annuel. Document de Référence Lafarge 2012*, París, pp. F4-F6, F27 y F56.

**EBITDA a capital contable.** El rendimiento de Holcim ha sobresalido con respecto a las otras dos empresas durante el período de 1995 a 2003, posteriormente se ha mantenido por encima del promedio pero por debajo de Lafarge, excepto de 2010 a 2012. Lafarge es la empresa que en esta medida presenta rendimientos por debajo del promedio en los años de 1995 a 2005, después, es la empresa con mejor desempeño entre 2007 y 2009. Por su parte, Cemex se mantuvo por debajo del promedio entre 1995 y 2003, destacando en 2004 y 2005, para volver por debajo de la media de 2006 a 2011. Las tres

empresas muestran un repunte en sus rendimientos, los cuales son muy cercanos entre sí en 2012. (Gráfica 2.8).

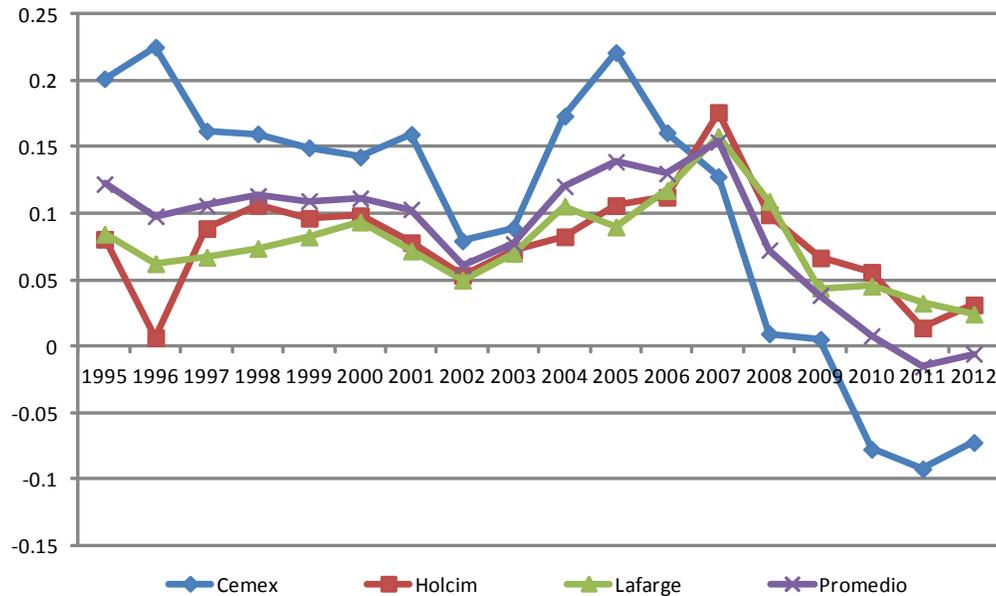
**Gráfica 2.8**  
**EBITDA a capital contable**



Fuente: elaboración propia con datos de Capital IQ, 2012a, "Cemex SAB de CV NYSE Financials Anual"; 2012b, "Holcim Ltd SWX HOLN Financials Anual"; 2012c, "Lafarge SA ENXTPALG Financials Anual", (28 septiembre 2012); Cemex, 2013, *Cemex 2012 20-F Report*, México, pp. F6-F7 y F31; Holcim, 2013a, *Annual Report 2012 Holcim Ltd*, Jona, Suiza, pp. 4, 131 y 133; Lafarge, 2013, *Rapport Annuel. Document de Référence Lafarge 2012*, París, pp. F4-F6, F27 y F56.

**Rendimiento sobre capital contable (ROE).** La historia es diferente después de impuestos, intereses, depreciaciones y amortizaciones. Nuevamente, fue Cemex la empresa que presentó rendimientos mayores durante el período de 1995 a 2006; estando por debajo del promedio a partir de 2007 y presentando pérdidas de 2010 a 2012. Tanto Holcim como Lafarge se mantuvieron por debajo de la media hasta antes de 2006. Ambas empresas muestran un tendencia decreciente pero por encima del promedio a partir de 2007. (Gráfica 2.9).

**Gráfica 2.9**  
**Rendimiento sobre capital contable**



Fuente: elaboración propia con datos de Capital IQ, 2012a, "Cemex SAB de CV NYSE Financials Anual"; 2012b, "Holcim Ltd SWX HOLN Financials Anual"; 2012c, "Lafarge SA ENXTPALG Financials Anual", (28 septiembre 2012); Cemex, 2013, *Cemex 2012 20-F Report*, México, pp. F6-F7 y F31; Holcim, 2013a, *Annual Report 2012 Holcim Ltd*, Jona, Suiza, pp. 4, 131 y 133; Lafarge, 2013, *Rapport Annuel. Document de Référence Lafarge 2012*, París, pp. F4-F6, F27 y F56.

Se mostró que por capacidad instalada Cemex ocupó la 7ma posición en 2011, sin embargo, como se desprende del análisis anterior, ha sido una empresa muy dinámica con rendimientos atractivos por encima de las líderes -tanto en capacidad instalada como en ventas-. Después de la crisis, Cemex cayó a la 4ta posición global, está por debajo de la alemana HeidenbergCement que ahora ocupa el 3er lugar (Webb, 2013). Como se expondrá en breve, Cemex está muy vinculada al mercado estadounidense, dicha dependencia la afectó debido a que la burbuja hipotecaria y crisis posterior, si bien se expandió en los demás mercados, en este país ha tenido efectos muy negativos.

### 2.3 Las cementeras y los mercados financieros

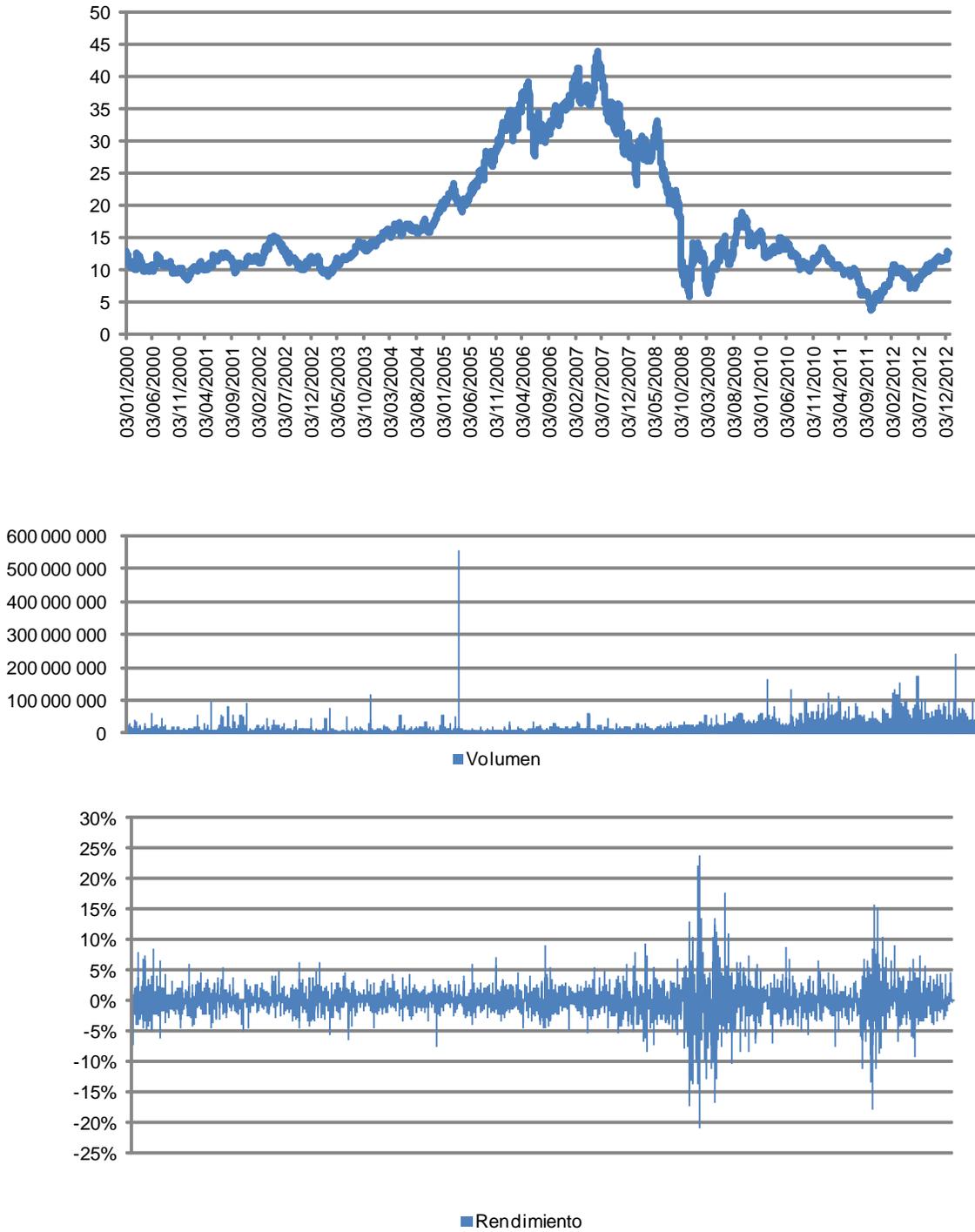
En esta sección se muestran los movimientos en los precios de cotizaciones de las acciones de Cemex, Holcim y Lafarge en las bolsas de valores de las sedes de sus respectivos corporativos, Ciudad de México, Zúrich y París. Comprende el período del 2000 al 2012, por ser la serie en la que hay información disponible para las tres empresas, tanto para la cotización como para el volumen de operación.

**Cemex.** En términos generales el precio de la acción mostró una tendencia creciente desde el 2000 hasta principios de 2006 –se observa que sufrió un descenso el precio en 2002 que se relaciona con la caída del rendimiento de la empresa y las perturbaciones económicas de ese año-. (Gráfica 2.10).

Se mantuvo la tendencia general al alza hasta principios de 2007 logando un máximo de 44.04 pesos por acción el 15 de junio (Yahoo Finanzas, 2013a); no obstante, la tendencia al alza estuvo acompañada de varias caídas en el precio de la acción –fue el período de negociaciones con Rinker-.

Después, hay una fuerte tendencia decreciente que llega a finales de 2008, llegando a un mínimo de 3.69 pesos por acción el 3 de octubre de 2011; a este movimiento lo acompaña variaciones al alza en el precio. El precio de la acción cerró 2012 con una tendencia al alza, en concordancia con la mejora de los resultados operativos de la empresa. (Yahoo Finanzas, 2013a; gráfica 2.10).

**Gráfica 2.10**  
**Cotización, volumen y rendimiento sobre el precio de la acción de Cemex**  
(Pesos)



Fuente: elaboración propia con datos de Yahoo Finanzas, 2013a, " Precios históricos: serie CEMEXCPO.MX", <http://mx.finanzas.yahoo.com/>, (31 mayo de 2013).

**Holcim.** Desde el inicio del 2000 y hasta el primer trimestre de 2001, el precio de la acción mostró movimientos laterales. Después, se exhiben los efectos de la depresión generalizada de los mercados por causa de la crisis derivada de la burbuja *punto com*, que se extiende desde el segundo trimestre de 2001 y todo 2002. (Gráfica 2.11).

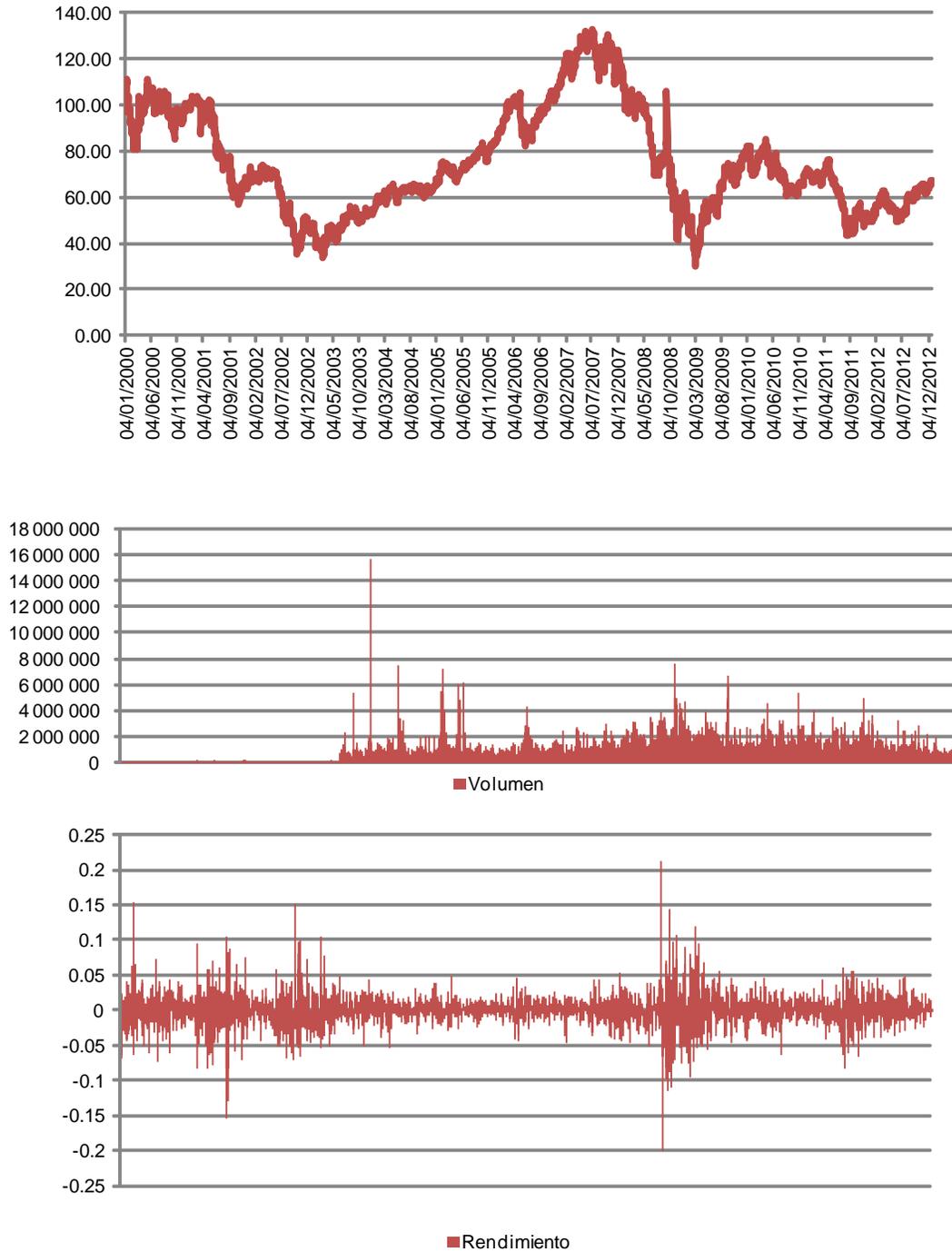
Fue a partir del primer trimestre de 2003 que se mostró no sólo la recuperación del precio de cotización sino también una clara tendencia al alza, que a pesar de diversas oscilaciones a la baja, alcanzó el máximo de 132.74 francos suizos por acción el 9 de julio de 2007. La tendencia a la baja, que se observó durante 2008 y 2009 – el mínimo registrado fue de 30.26 francos suizos por acción el 9 de marzo de 2009-, mostró una recuperación con movimientos laterales durante 2010, exhibiendo nuevamente movimientos a la baja en 2011. (Holcim, 2013b; gráfica 2.11).

El precio de cotización, al igual que la acción de Cemex, cerró el 2012 mostrando una tendencia al alza. Cabe recordar que Holcim ha fortalecido su posición financiera en los últimos años: ha presentado mejores rendimientos que sus competidoras y disminuyó su razón de deuda. (Gráfica 2.11).

**Lafarge.** El precio de cotización de la acción de Lafarge inicia el 2000 con una caída, seguido de movimientos laterales durante el segundo trimestre hasta finales de año, en 2011 tuvo una recuperación en el precio de cotización a niveles de los registrados a inicio del 2000, para continuar con movimientos laterales se mantuvieron hasta el segundo trimestre de 2002. (Gráfica 2.12).

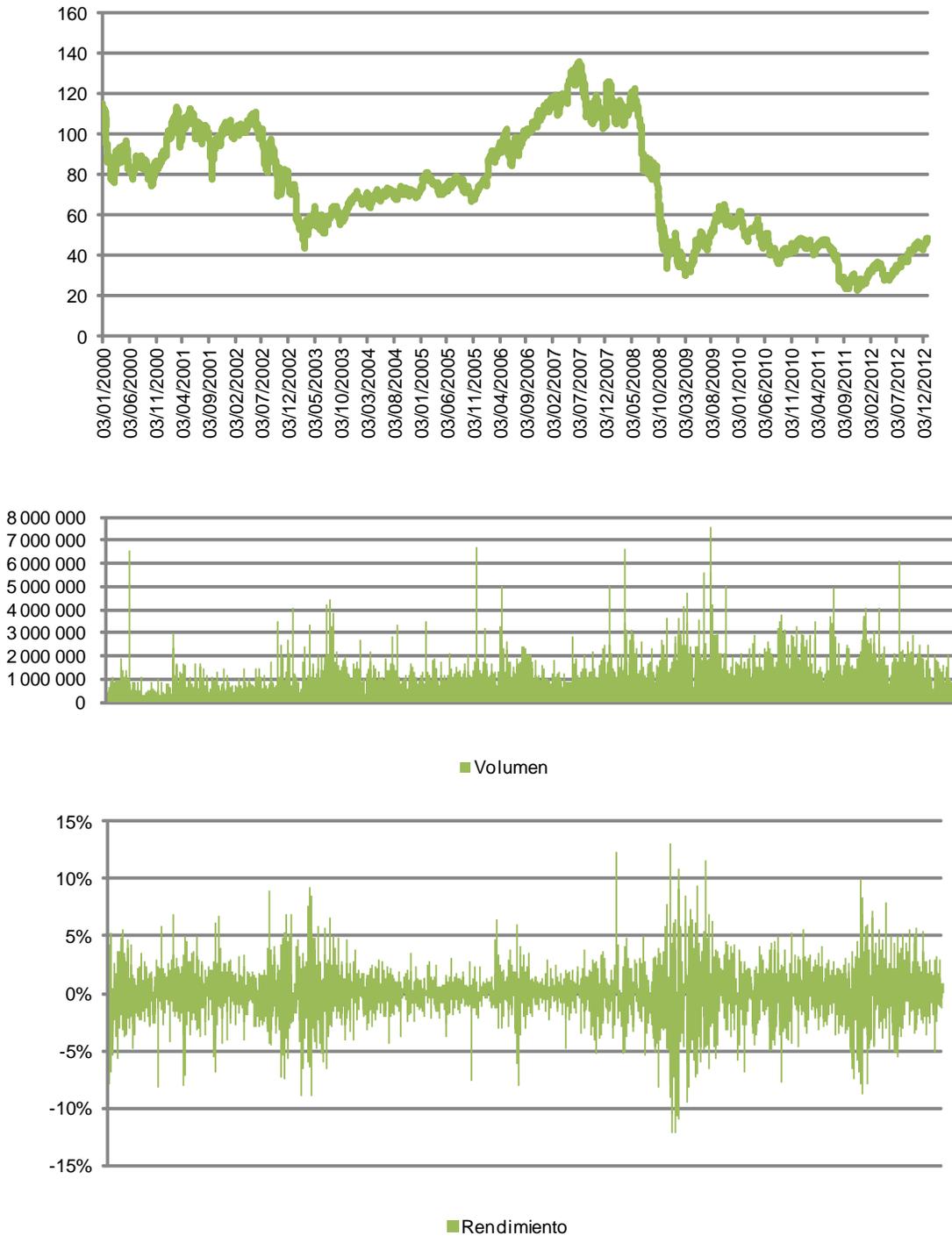
Después, cae la cotización en el 2002 hasta el primer trimestre de 2003, recuperando gradualmente su tendencia al alza y mostrando mayor crecimiento en 2006, alcanzando un máximo de 135.91 euros por acción el 3 de julio de 2007. (Yahoo Finanzas, 2013b; gráfica 2.12).

**Gráfica 2.11**  
**Cotización, volumen y rendimiento sobre el precio de la acción de Holcim**  
(Francos suizos)



Fuente: elaboración propia con datos de Holcim, 2013b, "Investor relations: share prices", <http://www.holcim.com/investor-relations/shareholder-information/share-prices-and-graphs.html>, (31 mayo 2013).

**Gráfica 2.12**  
**Cotización, volumen y rendimiento sobre el precio de la acción de Lafarge**  
 (Euros)



Fuente: elaboración propia con datos de Yahoo Finanzas, 2013b, " Precios históricos: serie LG.PA", <http://mx.finanzas.yahoo.com/>, (31 mayo de 2013).

Al igual que en las otras dos empresas, la tendencia del precio de la acción de Lafarge sufre una fuerte caída en 2008. Se aprecia que ha sido muy lenta la recuperación del precio de la acción, su mínimo de 23 euros por acción lo registró el 23 de noviembre de 2011. (Yahoo Finanzas, 2013b; gráfica 2.12).

Hay que señalar que Holcim tuvo el mínimo del precio de cotización en 2009 desde entonces el precio de ésta sigue oscilaciones semejantes a Lafarge y Cemex; sin embargo, no ha vuelto a descender a niveles del 2009, caso contrario de las otras dos que mostraron sus mínimos en 2011.

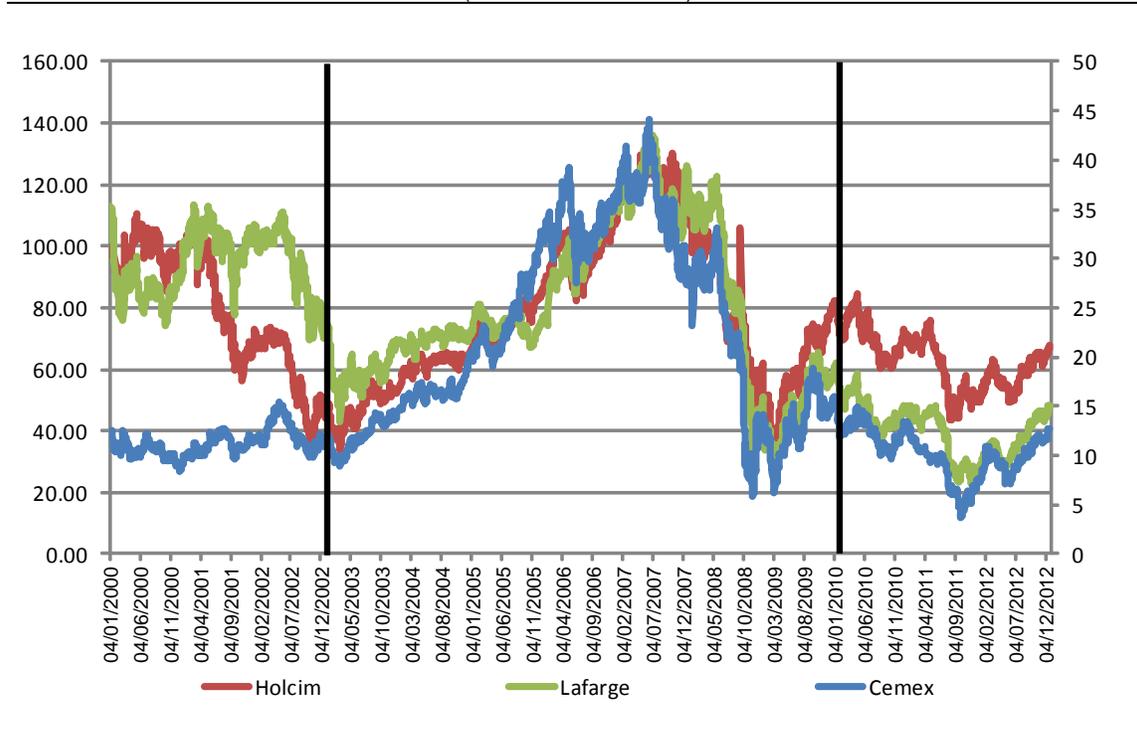
Al observar las gráficas que representan las cotizaciones de las acciones de Holcim y Lafarge (gráficas 2.11 y 2.12) se advierte que éstas exhiben un comportamiento semejante, en tanto que las cotizaciones de Cemex tienden a asemejarse con sus competidoras a partir de 2003. Dicha observación se aprecia de modo más claro en la gráfica 2.13.

Para el período de enero de 2000 a diciembre de 2012, la correlación entre los precios de cotización de Holcim y Lafarge fue de 0.70, en tanto que para Cemex y Holcim fue de 0.65 y para Cemex y Lafarge de 0.76. La gráfica 2.13 está dividida en tres períodos, en el primero de enero de 2000 al 16 de abril de 2003 se observa que las cotizaciones muestran tendencias diferentes; en la de Holcim predomina una tendencia a la baja, en la de Lafarge se observan movimientos laterales que finalizan con una tendencia descendente y la de Cemex es básicamente de movimientos laterales; para esta etapa las series muestran correlaciones bajas en comparación con todo el período, siendo para Holcim y Cemex de -0.14, entre Holcim y Lafarge de 0.51 y para Cemex y Lafarge de 0.46. (Estimaciones con datos de Yahoo Finanzas, 2013a; 2013b; Holcim, 2013b).

La segunda etapa comprende del 17 de abril de 2003 al 18 de septiembre de 2009, en ésta aumentan las correlaciones entre los precios; en particular, Cemex aumentó la correlación entre precios con sus homólogas, 0.94 con Holcim y 0.90 con Lafarge, mientras que la correlación entre éstas también aumentó a 0.94. En la última etapa que comprende del 21 de septiembre 2009 al 28 de diciembre de

2012, disminuye la correlación entre Cemex y Holcim siendo de 0.86, también baja a 0.90 la correlación entre Holcim y Lafarge en tanto que aumentó la de Cemex y Lafarge, llegó a 0.93. (Estimaciones con datos de Yahoo Finanzas, 2013a; 2013b; Holcim, 2013b).

**Gráfica 2.13**  
**Precio de cotización de la acción**  
 (Unidades monetarias)



Fuente: elaboración propia con datos de Yahoo Finanzas, 2013a, " Precios históricos: serie CEMEXCPO.MX", <http://mx.finanzas.yahoo.com/>, (31 mayo de 2013); 2013b, " Precios históricos: serie LG.PA", <http://mx.finanzas.yahoo.com/>, (31 mayo de 2013); Holcim, 2013b, "Investor relations: share prices", <http://www.holcim.com/investor-relations/shareholder-information/share-prices-and-graphs.html>, (31 mayo 2013).

Nota: el propósito de la gráfica es mostrar las tendencias de los precios, por ello, el eje de la izquierda representa los precios para Holcim y Lafarge, que a pesar de cotizar en distinta moneda siguen en términos numéricos un comportamiento similar. El eje derecho representa los precios para Cemex, cuyo valor numérico es menor que las anteriores.

De lo anterior se desprenden tres conclusiones, la primera, que a partir de 2003 Cemex presenta una mayor integración con respecto a las tendencias de Holcim y Lafarge y que la correlación entre las tres fue mayor durante el período de auge y crisis asociados al boom hipotecario. Por otra parte, se puede advertir que la crisis de las *punto com* afectó tanto la rentabilidad de operación de las empresas (ver

gráficas 2.5, 2.7 y 2.9) como las tendencias del precio de cotización pero no con la severidad de la crisis derivada del boom hipotecario, de cual se puede decir que las empresas fueron doblemente afectadas: por la actividad asociada a sus operaciones sustantivas –venta de cemento y concreto- y por el contagio de los mercados financieros.

En lo referente al rendimiento sobre el precio de la acción, Lafarge y Cemex han obtenido rendimientos diarios promedio más altos que Holcim (cuadro 2.3). Tanto Lafarge como Cemex obtuvieron rendimientos promedio de 0.22% y de 0.21% en 2012, respectivamente. Lafarge también obtuvo rendimientos atractivos de 0.22% y 0.15% en 2006 y 2009. Por su parte Cemex presentó un promedio diario de 0.17% en 2005 de 0.13% en 2004. En cuanto a Holcim, el mejor rendimiento diario promedio fue de 0.13% en 2009, seguido del 0.12% para 2012 y 2005. (Estimaciones con datos de Yahoo Finanzas, 2013a; 2013b; Holcim, 2013b; ver cuadro 2.3).

Las tres empresas coinciden en que su peor año fue 2008, con promedios negativos de -0.40% para Lafarge, -0.32% para Cemex y -0.28% para Holcim, otro año en que coincidieron con promedios negativos fue 2010, -0.08%, -0.06% y -0.05% respectivamente. Llama la atención que para Cemex el 2012 haya sido un buen año para invertir en su acción a pesar de que no muestra rendimientos – margen sobre ventas, ROA y ROE- positivos derivados de su operación. (Estimaciones con datos de Yahoo Finanzas, 2013a; 2013b; Holcim, 2013b; ver cuadro 2.3).

Otro aspecto interesante a analizar es el que concierne a la desviación estándar del rendimiento diario promedio. En la gráfica 2.14 se observan períodos en que hay fuertes oscilaciones en el rendimiento. Los primeros tres corresponden al período de 2000 a 2003, en esta etapa Cemex presentó una desviación estándar 0.023 en relación al rendimiento diario promedio de 2000, medida muy cercana a mostrada por Holcim, 0.023 y Lafarge 0.022. El siguiente año, Holcim presentó una desviación estándar de 0.03 y Lafarge de 0.021, en tanto que en 2002 fueron de 0.027 y 0.021, ambas continuaron con desviaciones de 0.021 y 0.023

respectivamente, en 2003. (Estimaciones con datos de Yahoo Finanzas, 2013a; 2013b; Holcim, 2013b; ver cuadro 2.3).

El segundo bloque presenta las oscilaciones más pronunciadas del período y corresponden a los años 2008 y 2009, en que las tres empresas mostraron el mismo comportamiento. Cemex presentó una desviación estándar cercana al 0.05 en 2008, siendo de 0.04 para Holcim y 0.03 para Lafarge, hay que destacar que ese año las tres empresas presentaron su peor promedio de rendimiento diario. Para el otro año, Cemex tuvo una dispersión de 0.04 en tanto que para Holcim y Lafarge fue de 0.03; sin embargo, las tres obtuvieron rendimientos positivos, no obstante que sus resultados operativos mostraban decrementos con respecto al año anterior. (Estimaciones con datos de Yahoo Finanzas, 2013a; 2013b; Holcim, 2013b; ver cuadro 2.3 y gráfica 2.14).

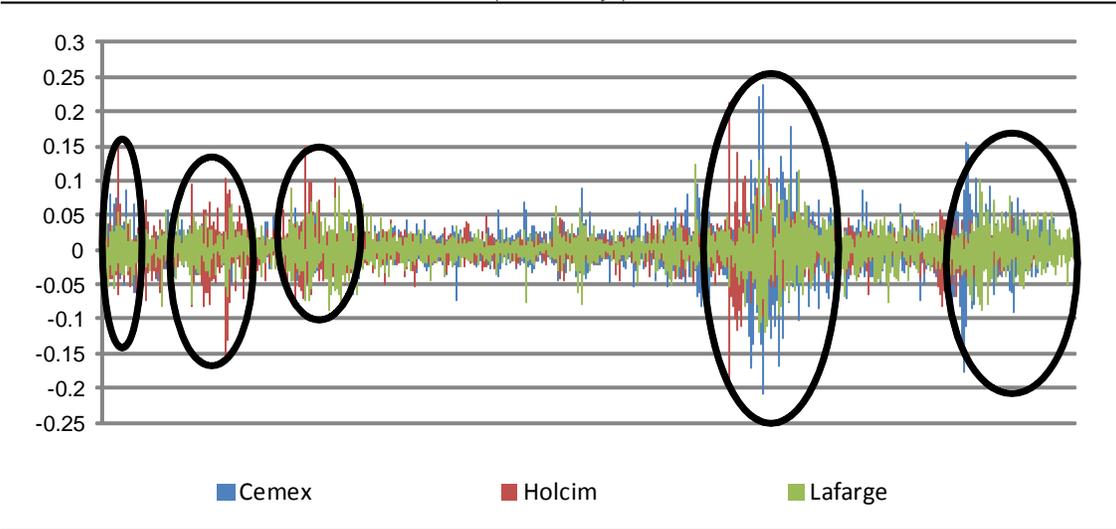
**Cuadro 2.3**  
**Rendimiento diario promedio y desviación estándar**

	Cemex		Holcim		Lafarge	
	Media	Desviación estándar	Media	Desviación estándar	Media	Desviación estándar
2000	-0.16%	0.02265	-0.002%	0.02534	-0.10%	0.02167
2001	0.11%	0.01588	-0.15%	0.03080	0.07%	0.02123
2002	-0.01%	0.01744	-0.17%	0.02697	-0.15%	0.02180
2003	0.10%	0.01549	0.07%	0.02139	-0.03%	0.02781
2004	0.13%	0.01403	0.09%	0.01278	0.02%	0.01216
2005	0.17%	0.01631	0.12%	0.01089	0.03%	0.01079
2006	0.06%	0.01910	0.09%	0.01334	0.15%	0.01587
2007	-0.10%	0.01978	0.03%	0.01399	0.04%	0.01687
2008	-0.32%	0.04978	-0.28%	0.03560	-0.40%	0.03327
2009	0.08%	0.04334	0.13%	0.03083	0.11%	0.03058
2010	-0.06%	0.02171	-0.05%	0.01590	-0.08%	0.02036
2011	-0.24%	0.03818	-0.14%	0.02152	-0.21%	0.02725
2012	0.21%	0.02404	0.12%	0.01545	0.22%	0.02186

Fuente: elaboración propia con datos de Yahoo Finanzas, 2013a, " Precios históricos: serie CEMEXCPO.MX", <http://mx.finanzas.yahoo.com/>, (31 mayo de 2013); 2013b, " Precios históricos: serie LG.PA", <http://mx.finanzas.yahoo.com/>, (31 mayo de 2013); Holcim, 2013b, "Investor relations: share prices", <http://www.holcim.com/investor-relations/shareholder-information/share-prices-and-graphs.html>, (31 mayo 2013).

El último bloque de oscilaciones corresponde a 2011 y 2012, en el primero, Cemex mostró una desviación estándar cercana al 0.04 y Lafarge de casi 0.03, para ambas empresas ese fue un año de promedios negativos en su cotización. El repunte que se observa en los resultados operativos para 2012 de ambas –aun cuando Cemex exhibe pérdidas-, también se reflejó en el rendimiento sobre el precio de la acción, las dos empresas tuvieron sus peores cotizaciones durante el 2011 así que la recuperación en el precio arrojó resultados positivos, no obstante los precios mostraron oscilaciones que si bien fueron menores a otros años tampoco son tan bajas, para Cemex la desviación estándar fue de 0.024 y para Lafarge de 0.022. (Estimaciones con datos de Yahoo Finanzas, 2013a; 2013b; Holcim, 2013b; ver cuadro 2.3 y gráfica 2.14).

**Gráfica 2.14**  
**Rendimiento diario sobre el precio de cotización, enero 2000 a diciembre 2012**  
 (Porcentaje)



Fuente: elaboración propia con datos de Yahoo Finanzas, 2013a, " Precios históricos: serie CEMEXCPO.MX", <http://mx.finanzas.yahoo.com/>, (31 mayo de 2013); 2013b, " Precios históricos: serie LG.PA", <http://mx.finanzas.yahoo.com/>, (31 mayo de 2013); Holcim, 2013b, "Investor relations: share prices", <http://www.holcim.com/investor-relations/shareholder-information/share-prices-and-graphs.html>, (31 mayo 2013).

Se ha hecho notar que no necesariamente coincide el caso de obtener rendimientos derivados de las operaciones sustantivas de las empresas con el rendimiento que se puede obtener de la negociación de la acción en el mercado

bursátil. Para enfatizar lo anterior se compara el rendimiento del accionista –que considera tanto el precio de cotización como volumen de operación, es decir, la capitalización- contra el rendimiento sobre el capital, ROE (gráfica 2.15).

Al comparar los ratios llama la atención la diferencia entre ambas medidas para un mismo año y que no siempre van en el mismo sentido. Por ejemplo, Cemex obtuvo rendimientos sobre el capital positivo en 2001, 2002, 2004 y 2007 no así la rentabilidad del accionista que muestra pérdidas, caso contrario ocurre en 2009, 2011 y 2012 en que la empresa exhibe rendimientos cercanos a cero e inclusive tasas negativas en tanto que la rentabilidad del accionista es positiva. En cuanto al nivel de tasas, mientras que el ROE ha alcanzado un máximo de 17.3% en 2004, la rentabilidad del accionista ha llegado a superar el 230%, en el 2006. En contraparte, el mínimo del ROE fue de -9.2% en 2011 y la rentabilidad del accionista de -119% en 2002. (Estimaciones con datos de Yahoo Finanzas, 2013a; Capital IQ, 2012a; Cemex, 2013; gráfica 2.15).

Holcim es un caso extremo, presentó una rentabilidad del 190 586% en 2003 cuando su ROE fue de 7.2%. En parte, la tasa se debe al modo de cálculo, al inicio de período hubo un volumen muy bajo de acciones en operación en tanto que al final tanto volumen como precio fueron mayores<sup>32</sup>. Omitiendo ese año, Holcim ha presentado tasas de rendimiento menores<sup>33</sup> que Cemex, cuyos rendimientos positivos han sido mínimo de 3% en 2004 y máximo de 12% en 2007, en tanto que los negativos han llegado al -124% en 2001. Con respecto a la dirección entre ambas tasas, Holcim obtuvo tasas positivas de ROE en 2001, 2002, 2005, 2009 y 2011 siendo que la rentabilidad del accionista fue negativa. (Estimaciones con datos de Holcim, 2013b; Capital IQ, 2012b; Holcim, 2013a; gráfica 2.15).

---

<sup>32</sup> Según los datos de la empresa, al 03 de enero de 2003 había 216.6933 acciones en circulación con un precio de cierre de 47.39, al 23 de diciembre de ese año el volumen fue de 374628.184 con precio de cierre de 52.33 (Holcim, 2013b).

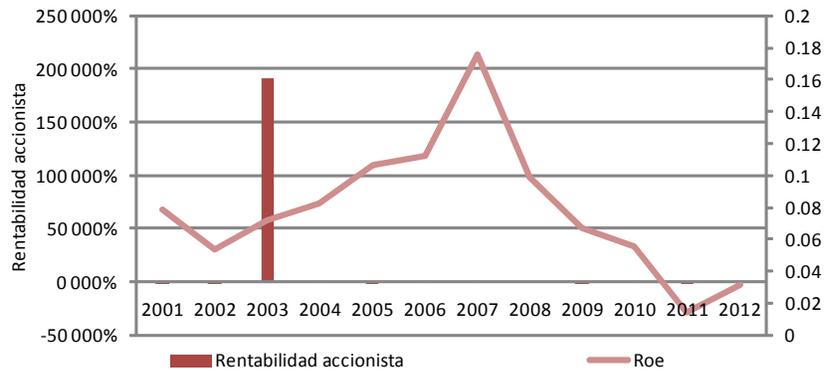
<sup>33</sup> Hay que advertir que también se debe considerar la moneda en que se cotizan los precios de las acciones; el peso resulta menos atractivo lo que se compensa con mayores tasas, aunado a una política macroeconómica de estabilidad de precios y cambiaria que resulta beneficiosa para este tipo de inversionista y perjudicial para otros sectores de la economía.

**Gráfica 2.15**  
**Rentabilidad del accionista vs rentabilidad operativa del capital**  
 (Porcentaje)

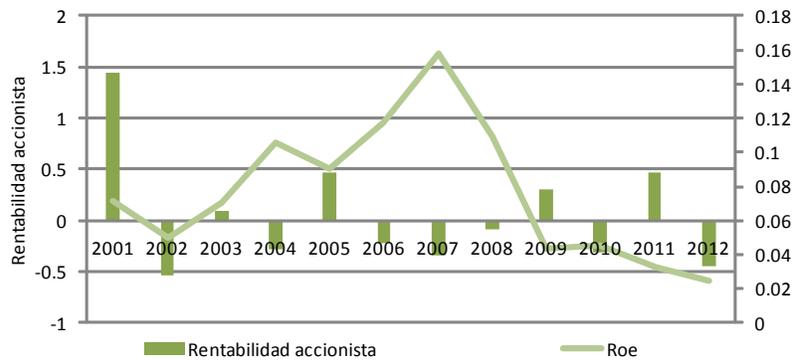
**Cemex**



**Holcim**



**Lafarge**



Fuente: elaboración propia con datos de Yahoo Finanzas, 2013a, " Precios históricos: serie CEMEXCPO.MX", <http://mx.finanzas.yahoo.com/>, (31 mayo de 2013); 2013b, " Precios históricos: serie LG.PA", <http://mx.finanzas.yahoo.com/>, (31 mayo de 2013); Holcim, 2013b, "Investor relations: share prices", <http://www.holcim.com/investor-relations/shareholder-information/share-prices-and-graphs.html>, (31 mayo 2013); Capital IQ, 2012, series: "Cemex SAB de CV NYSE Financials Anual"; "Holcim Ltd SWX HOLN Financials Anual"; "Lafarge SA ENXTPA LG Financials Anual", (28 septiembre 2012); Cemex, 2013, Cemex 2012 20-F Report, México, pp. F6-F7 y F31; Holcim, 2013a, Annual Report 2012 Holcim Ltd, Jona, Suiza, pp. 4, 131 y 133; Lafarge, 2013, Rapport Annuel. Document de Référence Lafarge 2012, París, pp. F4-F6, F27 y F56.

Nota: la rentabilidad del accionista está calculada como el aumento del valor para el accionista (diferencia entre la capitalización al final del año t y el año t-1) dividido por la capitalización del año t (Fernandez, 2005: 195-198). El eje de la derecha representa el rendimiento sobre el capital, ROE.

Por su parte, Lafarge ha tenido tasas negativas para el accionista en 2004, 2006, 2007, 2010 y 2012 cuando ha presentado rendimientos operativos positivos, ROE. Para el caso de 2012, el rendimiento diario promedio es positivo; sin embargo, considerando el modo de cálculo de la rentabilidad del accionista resulta una tasa negativa. Por otra parte, si en el cálculo de la rentabilidad del accionista se consideran el pago de dividendos a los accionistas se puede reducir la magnitud de las tasas negativas, con lo que la empresa puede mantener su atractivo para el inversionista. (Estimaciones con datos de Yahoo Finanzas, 2013b; Capital IQ, 2012c; Lafarge, 2013; gráfica 2.15).

Por último, el análisis presentado corresponde a las cotizaciones en los mercados de origen de las empresas; sin embargo, cotizan en más de una bolsa de valores. Lafarge tiene 20 valores cotizando en mercados europeos como las bolsas de Hamburgo, Dusseldorf, Berlín, Stuttgart, Frankfurt, Hanover, Múnich así como en el *Exchange Electronic Trading* con sede en Frankfurt, el *Eurex Exchange* – mercado de derivados- en Eschborn y el *OTC Markets* con sede en Nueva York, además de la bolsa de París y la de Kuala Lumpur. Por su parte, Holcim tiene en circulación 19 clases de valores que cotizan en las bolsas de Stuttgart, Berlín, Múnich, Dusseldorf, Hamburgo, Frankfurt, además del Six Swiss Exchange con sede en Zúrich y de las bolsas de Buenos Aires y Jakarta; así como en el *Exchange Electronic Trading*, el *Eurex Exchange* y el *OTC Markets*. En cuanto a Cemex tiene 11 tipos de valores cotizando en los mercados alemanes de Stuttgart, Múnich, Berlín, Frankfurt, los americanos de Nueva York, México y Buenos Aires y también en el *OTC Markets*. (Yahoo Finanzas, 2013c; 2013d; 2013e).

## 2.4 Cemex y la hipótesis de inestabilidad financiera: las desgracias no vienen solas o lloviendo sobre mojado

*“Todo es producido por el trabajo”*

**J. M. Keynes**<sup>34</sup>

Lo que aparenta ser una serie de eventos desafortunados en la historia reciente de Cemex –la adquisición de Rinker previo a la crisis aunado a la expropiación de su planta en Venezuela- es en realidad parte de un patrón de cambios en la relación ingreso-deuda denominado hipótesis de inestabilidad financiera (Minsky, 1992:6). La adquisición de Rinker es usada como punto referencia al analizar a Cemex (v. Case, 2013), aquí servirá para ilustrar la hipótesis de inestabilidad financiera y otros aspectos relacionados con la estrategia de expansión de Cemex que no resultaron según las expectativas de la empresa.

Cemex se mantuvo como una empresa atractiva por sus tasas de rentabilidad superiores a las de sus competidoras más cercanas a lo largo de la década de 1990 y todavía hasta mediados del primer decenio del siglo XXI. Durante este período la empresa se expandió a nivel internacional, pasó de 40 plantas de cemento en 1998 a 66 plantas en 2006, lo que representó un aumento del 64.37% de su capacidad instalada. Además, desarrolló una estrategia de posicionamiento en el mercado estadounidense, como resultado de ello operaba 12 plantas de cemento con una capacidad instalada de 13.3 Mt en 2006 cuando sólo tenía una planta de cemento con capacidad de 1.1 Mt en 1998 (Cemex, 1999b: 20; 2007c: 17).

El posicionamiento de Cemex inició con la adquisición de Southdown a finales de 1999 -empresa que se encontraba entre las líderes del mercado estadounidense en 1990- lo que llevó a Cemex a situarse como la segunda empresa líder (Oss, 2000:17.2; ver tabla 2.1). Después siguió la adquisición de RMC Group plc – Ready Mixed Concrete Limited, de origen inglés- en 2005, con ello además de ampliar sus operaciones en Estados Unidos, Alemania y Francia, la empresa se

---

<sup>34</sup> J. M. Keynes, 1936[2012]. *Teoría general de la ocupación, el interés y el dinero*, FCE, p.212

introdujo de modo directo en el mercado del Reino Unido (Cemex, 2006b: 3). La adquisición de Rinker significaba para Cemex la posesión de dos plantas de cemento adicionales, ubicadas en Florida, con una capacidad de 1.9 Mt –Rinker contaba también con 17 plantas en Australia y cuatro más en China, además de plantas de concreto y otros-, así como el asegurar su acceso a materias primas por un lapso de 30 años (Cemex, 2008b: 31, F-23; 2010d: F-33). De este modo, Cemex reunía 14 plantas de cemento en los Estados Unidos, con capacidad instalada de 15.4 Mt, al finalizar el 2007 (Cemex, 2008b: 15).

La expansión de Cemex es muestra de la competencia de la industria del cemento que ha llevado a su consolidación y concentración. Por ejemplo, en relación con el mercado estadounidense, las 10 empresas principales concentraron el 72% de la producción en el 2000 –todas de origen extranjero, menos Ash Grove y TXI- (Oss, 2000:17.6). En tanto que, las cinco primeras empresas del 2010 produjeron el 60%, en conjunto las 10 líderes aportaron el 82% de la producción y del total de la producción de cemento portland en los Estados Unidos, el 81% fue a través de empresas extranjeras (Oss, 2012:16.3). Se puede observar de modo claro la disputa entre Holcim, Lafarge y Cemex por el liderato del mercado estadounidense, la mexicana desplaza primero a Lafarge de la segunda posición en el 2000, y después, a Holcim del primer sitio en el en el 2010 (ver tabla 2.1).

Ahora bien, las plantas de cemento no fue lo único que adquirió Cemex de Rinker, con la transacción también se hizo responsable de la deuda que ésta tenía, aproximadamente 1 277 mdd. Además, Rinker había iniciado la construcción de un nuevo horno en su planta de Brooksville en el 2005, lo que significaba concluir con dicho plan de inversión: 1.6 mdd en 2005, 58.2 mdd en 2006, 121 mdd en 2007 y aproximadamente 78 mdd en 2008 (Cemex, 2008b: 32, F-23).

Por otra parte, para concretar la transacción, Cemex tuvo que solicitar “*dispensas y enmiendas en diversos instrumentos de deuda*” que significaron el atraso de aplicación hasta finales de septiembre de 2008 (Cemex, 2008b: 3). Sin embargo, se hacían evidentes las señales del fin del boom hipotecario, Cemex advirtió como un riesgo, para su operación, la caída de los sectores de vivienda y construcción

en los Estados Unidos, situación que ponía en peligro las metas por las que se había ejecutado la adquisición de Rinker –además de los señalados, estaba el ahorro de 400 mdd entre el 2007 y el 2010, atribuible a la aplicación de normas de operación de Cemex tanto tecnológicas como administrativas, reducción de materia prima y costos de energía- (Cemex, 2008b: 2, 21).

**Tabla 2.1**  
**Principales empresas cementeras en Estados Unidos**

1990	2000	2010
Holcim Inc.	Holnam	Cemex Inc.
Lafarge Corp.	Cemex (Southdown)	Holcim (US) Inc.
Southdown Inc.	Lafarge	Lafarge North America Inc.
Lone Star Industries Inc.	Lehigh	Lehigh Cement Co.
Lehigh Portland Cement Co.	Ash Grove	Buzzi Unicem USA Inc.*
Ash Grove Cement Co.	Blue Circle	Ash Grove Cement Co.
Blue Circle Inc.	Essroc	Essroc Cement Corp.
Gifford-Hill and Co.	Lone Star	Texas Industries, Inc. (TXI)
CalMat Co.	RC Cement	Eagle Materials Inc.
Medusa Cement Co.	TXI	St. Marys Cement Inc.

Fuente: elaborado con base en Hendrik G. van Oss, 2012, "Cement" en US Geological Survey, *Minerals Yearbook 2010*, USGS/U.S. Department of the Interior, pp. 16.1-16.6; Hendrik G. van Oss, 2000, "Cement" en US Geological Survey, *Minerals Yearbook 2000*, USGS, pp. 17.1-17.13 [y anexos s.n.]; y Wilton Johnson, 1990, "Cement" en Bureau of Mines, *Minerals yearbook 1990* (I), U.S. Bureau of Mines, pp. 231-235.

(\*) Incluye Alamo Cement Co.

Las adquisiciones de RMC y de Rinker ocurrieron en dos puntos diferentes del ciclo económico y de la relación de éste con la burbuja inmobiliaria; la primera adquisición finalizó en 2005 estando en la euforia del boom, en tanto que, la adquisición de la segunda se finiquitó cuando la desaceleración económica ya era clara en el 2007. Si bien, Cemex asumió la deuda de RMC por 2 200 mdd, monto superior a la deuda de Rinker, se benefició de la consolidación de las ventas (Cemex 2006b: 4). La deuda total de Cemex pasó de 5 687 mdd en 2004 a 10 333 mdd en el 2005 y las ventas de 7 815 mdd a 16 703 mdd. Tras la transacción, Cemex mantenía una posición cubierta de su deuda e inclusive las ventas aumentaron y la deuda disminuyó en el 2006. En la adjudicación de Rinker, hay un cambio sensible en el endeudamiento de Cemex, la empresa transita de una posición cubierta a una especulativa, la diferencia entre los ingresos y la deuda en

el 2007 fue mínima, apenas de 1 029 mdd, superando el monto de la deuda a los ingresos a partir del 2008 y hasta el 2011. Se recordará que Cemex había mantenido su razón de endeudamiento por debajo del promedio desde finales de la década de 1990 hasta el 2006 cuando posteriormente repunta y se sitúa por encima de los ratios de las otras empresas (gráfica 2.4). (Cemex, 2006b; 2007c; 2008b; 2009b; 2010d; 2012b; 2013; ver cuadro 2.4).

Para cubrir los 14 245 mdd de la adquisición de Rinker, además de utilizar más de 1 700 mdd en efectivo y equivalentes de efectivo, Cemex empleó diversas líneas de crédito revolventes que tenía disponibles desde el 2004, así como de otros créditos cuyos plazos oscilaron desde los 364 días hasta los 60 meses, ello a través de sus subsidiarias en México y España. Por ejemplo, mediante Cemex México utilizó un crédito por 1 200 mdd con fecha del 24 de octubre de 2006 y con vencimiento a 12 meses, es decir, el mismo año en que finiquitó la adquisición también empezó a cubrir sus obligaciones crediticias. El endeudamiento repercutió en los incrementos del 51% de los gastos financieros, el 142% de la deuda a largo plazo y el 145% de la deuda a corto plazo en el 2007. (Cemex, 2008b: 96, 115 y 116; estimaciones propias). Las dispensas y enmiendas que gestionó Cemex fueron insuficientes para hacer frente al problema que se avecinaba.

Los indicadores de rentabilidad de Cemex mostraron debilidad a partir del 2007 (gráficas 2.5, 2.7 y 2.9); las ventas disminuyeron a la par que aumentaba la deuda total, en particular la de corto plazo en el 2008, aumentando así la presión sobre las finanzas de la empresa debido a que la deuda ya sobrepasaba a los ingresos; además el gobierno de Venezuela expropió la planta de Cemex en dicho país, y ésta no aceptó la compensación por considerarla subvaluada (Cemex, 2009b: F-26).

**Cuadro 2.4**  
**Selección de cuentas de los estados financieros de Cemex**

(Millones de dólares)

	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
<i><u>Del estado de resultados</u></i>									
Ventas	7 815	16 703	19 793	20 893	20 131	14 544	14 372	13 602	15 334
Deuda a largo plazo	4 686	9 034	6 822	16 543	14 523	14 982	15 273	14 599	13 816
Deuda a corto plazo	1 001	1 298	1 357	3 320	8 499	544	455	335	46
Deuda total	5 687	10 333	8 179	19 864	23 022	15 525	15 728	14 933	13 863
Gastos financieros	- 357	- 574	- 536	- 807	- 910	- 994	- 1 194	- 1 191	- 1 427
Resultado por instrumentos financieros	115	386	- 15	219	- 1 353	- 156			
Otros gastos, netos <sup>1</sup>	- 464	- 374	- 54	- 273	- 1 909	- 407	- 513	- 390	- 443
Resultado cambiario	- 23	- 93	22	- 25	- 347	- 20			
<i><u>Del flujo de caja</u></i>									
Venta (adquisición) de subsidiarias y asociadas	- 770	- 4 231	274	- 13 431	967	1 553	95	88	- 70
Derivados <sup>2</sup>					- 884	- 626	6	- 391	127
Emisión (amortización) de deuda			- 2 892	10 446	- 322	- 2 633	- 778	408	- 1 342
Dividendos pagados	- 372	- 542	- 576	- 608	- 16				
Recompra de acciones preferentes por subsidiarias	- 68								
Titulización por créditos de ventas							10	207	- 15
<i><u>Del balance general</u></i>									
Propiedades, maquinaria y equipo, neto	- 416	- 856	- 1 488	- 1 994	- 1 830	- 489	- 382	- 229	- 436
Tipo de cambio al cierre, peso a dólar	11.14	10.62	10.8	10.92	11.21	13.6	12.36	13.96	12.85

Fuente: elaboración propia con base en Cemex, 2006b, *Annual Report 2005 [Form 20-F, Securities and Exchange Commission, United States]*, F3, F4 y F6; 2007b, *Annual Report 2006 [Form 20-F, Securities and Exchange Commission, United States]*, F4, F5, F7 y F11; 2008b, *Annual Report 2007 [Form 20-F, Securities and Exchange Commission, United States]*, pp. F4, F5 y F7; 2009b, *20-F Report 2008*, pp. F4, F5 y F6; 2010d, *20-F Report 2009*, F4, F5 y F6; 2012b, *Cemex 2011 20-F Report*, pp. F4, F6 y F7; 2013, *Cemex 2012 20-F Report*, pp. F4, F6 y F7.

Notas:

(1) El registro del uso de instrumentos derivados es un procedimiento complicado. En el balance aparece tanto en activo como en pasivos a "valor razonable estimado. Por otra parte, los cambios en el valor razonable se registran en el estado de resultados en "otros gastos, neto", excepto los cambios asociados a coberturas del flujo de efectivo en cuyo caso se registran en el capital contable.

(2) La empresa utiliza instrumentos derivados asociados a su cobertura cambiaria y de deuda.

Para hacer frente a sus compromisos, Cemex continuó reestructurando su deuda y adquiriendo nuevos compromisos, por ejemplo, el 25 de abril de 2008 concluyó la emisión de obligaciones negociables “Certificados Bursátiles” por 89 mdd con vencimiento en 2.5 años y el 14 de octubre de 2008 adquirió un préstamo por 250 mdd con vencimiento a dos años, entre otras actividades (Cemex 2009b: 93).

Pero la severidad de las repercusiones de la crisis económica y financiera afectó a Cemex en el 2009. Las ventas pasaron de 20 131 mdd en 2008 a 14 544 en 2009, es decir, cayeron en casi 28% con respecto al año anterior, por ejemplo, la caída en México fue del -19%, en Estados Unidos -39% y en España -47%. Las ventas en México representaba el 18% en 2008 aumentando la participación al 21% en 2009; los ingresos que provenían de Estados Unidos eran el 22% en 2008 y pasaron al 19%; en tanto que las ventas en España representaban el 7.4% del total en 2008 y el 5.5% en 2009. Aunado a la caída en las ventas estuvo la depreciación del peso frente al dólar, de 11.21 a 13.6, correspondientes a los cierres de 2008 y 2009. (Cemex, 2010d: F20 y F21; estimaciones propias, ver cuadro 2.4).

Estas circunstancias, adicionales al modo en que se había estructurado la deuda, influyeron en el cambio, de la relación ingreso-deuda, de especulativa a *Ponzi*<sup>35</sup>, es decir, Cemex tuvo que recurrir a más deuda para cubrir sus compromisos financieros en lugar de invertirlo en su posicionamiento operativo. Lo anterior se aprecia de modo claro en el 2009, de los recursos provenientes de la adquisición de nueva deuda, 2 956 mdd, las actividades operativas netas y ventas de subsidiarias, 1 551 mdd, y de la emisión de acciones, 1 765 mdd, la empresa utilizó 5 588 mdd para el pago de deuda, 1 074 mdd en gastos financieros y 618 mdd en la reestructuración de tasas. (Cemex, 2010d: 131).

La serie de decisiones que tomó Cemex como empresa están inmersas en un patrón de comportamiento colectivo, es decir, las acciones individuales de Cemex fueron alentadas por la conducta del conjunto de la economía (el boom

---

<sup>35</sup> Es decir, cambió de una posición especulativa en la que los ingresos apenas cubrían los compromisos de deuda contraídos, a otra, en la cual ya no fue suficiente el flujo de caja.

hipotecario) y a su vez alentaron a otras empresas a tomar decisiones similares, ya sea en la expansión de operaciones (caso de Cemex) o en la mayor participación en los mercados financieros. De este modo, la inestabilidad financiera es el resultado de las interacciones de los distintos agentes. Se ha denotado la inestabilidad financiera en la relación ingreso-deuda; sin embargo, el propio Minsky advertía sobre los nuevos rasgos que estaba adquiriendo ésta (Girón y Chapoy, 2013). El predominio de los mercados financieros en las actividades de las empresas no financieras –emisión de certificados de deuda, emisión de acciones, transferencia de ingresos a través del pago de interés, dividendos, amortizaciones y reestructuraciones-, es lo que Orhangazi (2008) denomina financiarización. No se trata de un fenómeno diferente a la inestabilidad del sistema debida a la especulación y expectativas a largo plazo de Keynes o a la atribuible a la relación ingreso-deuda de Minsky; lo que diversos autores denominan financiarización, son los rasgos particulares que acompañan a la inestabilidad financiera del sistema en nuestros días.

En el caso de Cemex, ¿cómo se han presentado dichos rasgos particulares de la inestabilidad financiera? La empresa ha realizado diversas operaciones que se relacionan con la financiarización, pero estas transacciones no se aprecia que sustituyan la operación principal de la empresa, la venta de cemento y otros productos. En el período de 2004 a 2012, Cemex llevó a cabo la recompra de acciones preferentes por un monto de 68 mdd en el 2004, equivalentes al 0.87% de las ventas de ese año; también ha titulizado créditos por ventas por sumas de 10 mdd y 207 mdd en 2010 y 2011, que representaron el 0.069% y 1.52% de las ventas de dichos años. Asimismo, pagó dividendos durante los años de 2004 a 2008, en este último el monto disminuyó considerablemente en relación a los precedentes. Las operaciones con instrumentos financieros, en particular con derivados, no son tan claras de analizar debido al registro contable al que están sujetas, dependiendo de su naturaleza. Además, la empresa señala que recurre a estos instrumentos por cobertura del tipo cambiario y de deuda. Sin embargo, se puede apreciar que las distintas operaciones en su conjunto afectaron a la empresa. Los gastos financieros, sumados a las pérdidas de resultados por

instrumentos financieros más los otros gastos, ascendieron a 4 172 mdd en 2008, equivalentes al 20.72% de las ventas de ese año; si se considera la pérdida cambiaria la cifra corresponde al 22.45% del ingreso. (Ver cuadro 2.4). Si bien con este análisis es difícil referir el grado de financiarización de Cemex, es evidente que ésta fue afectada, como se observa, poco menos de un cuarto del ingreso de la empresa se trasladó a los mercados financieros en el 2008.

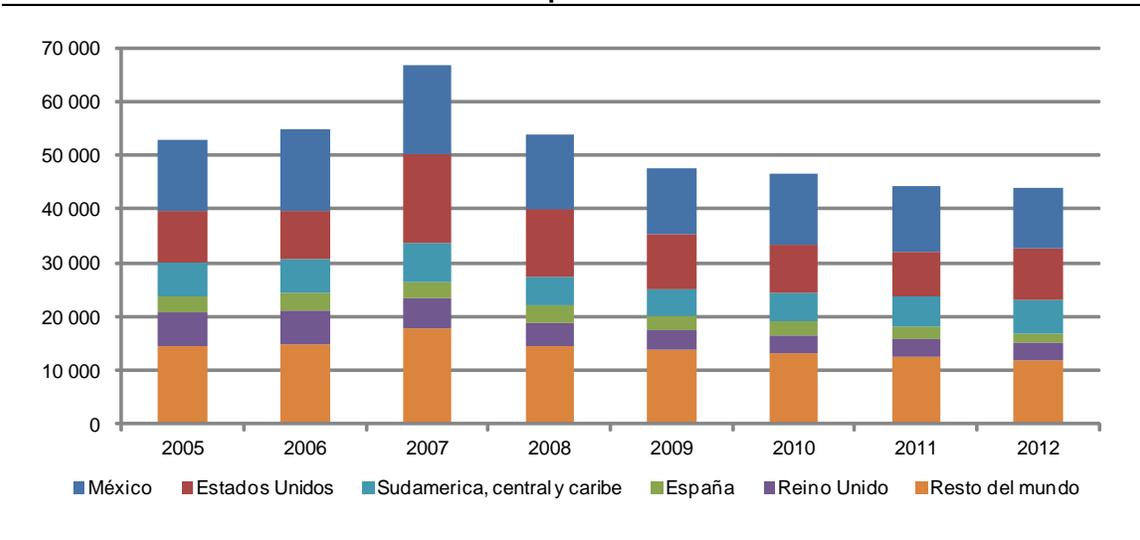
Entonces, se pueden señalar tres momentos de la inestabilidad financiera y Cemex. El primero, su participación en la dinámica provocada por la euforia del boom hipotecario mediante la expansión de sus operaciones. El segundo, en el traslado de recursos a los mercados financieros en el 2008, cuando se manifestó de modo contundente la crisis económica y financiera. Y el tercero, al incurrir en una posición de finanzas *Ponzi*, por motivo de la disminución de sus ventas como consecuencia de dicha crisis en el 2009 y de su estrategia de expansión. En cualquiera de las facetas que se quiera caracterizar a la inestabilidad financiera, tiene la misma repercusión con respecto a la sustentabilidad: impide la convergencia de sus objetivos.

La obtención de beneficios es uno de los pilares básicos de la sustentabilidad económica, lo deseable es que ello sea en armonía con la sociedad y la naturaleza. En los años que Cemex transitó de una relación ingreso-deuda especulativa a *Ponzi*, 2008 y 2009, la empresa obtuvo rendimientos cercanos a cero. Cemex ha dejado de cubrir el aspecto básico de la sustentabilidad económica, la empresa ha reportado pérdidas desde el 2010, a pesar de que inició una serie de medidas para enfrentar los impactos de la crisis desde el 2008. Entre éstas se encuentran la reducción de personal, el cierre de capacidad a través de la cadena y la reducción general de gastos. Cemex ha buscado tener una estructura organizativa más flexible y eliminar la duplicidad de funciones para así incrementar la eficiencia en su administración, lo cual ha repercutido en el número de empleados. (Cemex, 2013: 38 y 39). En los primeros dos años de implementación el personal se redujo de 66 612 personas en 2007 a 47 570 personas en 2009, es decir, primero hubo un recorte del 19% en 2008 y otro de casi 12% en 2009. Los

recortes posteriores han sido consecutivamente del 2.18%, 5.22% y 0.45%, para llegar a un total de 43 905 empleados en 2012. Cabe advertir que, en la cifra de empleados Cemex excluye los relacionados con las unidades de negocio en Venezuela y Australia. (Cemex, 2008b: 146; 2011c: 140; 2013: 177; estimaciones propias, ver gráfica 2.16).

Si bien, el incremento de la eficiencia contribuye a la sustentabilidad económica de la empresa, la pérdida de 22 707 empleos poco contribuye a la sustentabilidad económica tanto de las familias afectadas como de sus comunidades. Sin embargo, no todos los empleos perdidos se atribuyen a la búsqueda de eficiencia, también son debido a la baja demanda que ha llevado a la subutilización de la capacidad de la empresa. La empresa ha tenido que “racionalizar sus operaciones” con motivo de la baja actividad económica desde el 2008; es decir, ha cerrado temporalmente algunas de sus líneas de producción y algunos casos el cierre ha sido definitivo, como el de la planta de cemento ubicada en Davenport, California en los Estados Unidos en 2010, o el de las instalaciones subutilizadas en Arizona en 2001, también en dicho país (Cemex, 2013: 38).

**Gráfica 2.16**  
**Número de empleados de Cemex**



Fuente: elaboración propia con datos de Cemex, 2008b, *Annual Report 2007 [Form 20-F, Securities and Exchange Commission, United States]*, p. 146; 2011c, *Cemex 2010 20-F Report*, p. 140; 2013, *Cemex 2012 20-F Report*, p. 177.

En la industria del cemento, en particular en Cemex, no se aprecia la estrategia de reducir el tamaño y distribuir con “*énfasis en cortar el tamaño de la fuerza de trabajo empleada*” con la finalidad de crear valor para el accionista (Lazonick y O’Sullivan, 2000: 18). Cemex creció en número de plantas –más otras unidades de negocio- y empleados durante la expansión del boom hipotecario, como se acaba de exponer, la contracción en el personal ha sido en respuesta a las consecuencias de la crisis desatada por el boom. En el conjunto de estrategias implementadas en el 2008 con el fin explícito de reducir su deuda, se contemplaba la desinversión en aquellas unidades de negocio que la empresa no consideraba estratégicas. Entre las operaciones se encontraban las localizadas en las Islas Canarias, Italia, Austria y Hungría, así mismo, Cemex entró en negociaciones con Holcim para venderle las operaciones que tenía en Australia –que habían sido resultado de la adquisición de Rinker-. Además, vendió tres canteras ubicadas en Nebraska, Wyoming y Utah en los Estados Unidos. (Cemex, 2009b: 21).

Por otra parte, algunas de las desinversiones estuvieron relacionadas con órdenes del Departamento de Justicia de los Estados Unidos con motivo de las adquisiciones de RMC y Rinker (Cemex, 2008b: 137). (Los ingresos provenientes de estas desinversiones se pueden observar en el cuadro 2.4). Sin embargo, aunque el número de plantas de cemento ha disminuido al pasar de 67 unidades en 2007 a 57 plantas en 2012, su capacidad de respuesta para atender la demanda no se ha visto tan afectada, de 96.7 Mt en 2007 ha bajado a 94.8 Mt en 2012 (Cemex, 2008b: 15; 2013: 33). Este hecho se explica, por ejemplo, con la construcción del horno adicional en la planta de Brooksville, a pesar de la presión ocasionada por la deuda y la baja demanda, la empresa no ha dejado de invertir y dar mantenimiento en sus plantas (ver cuadro 2.4).

En este capítulo se ha observado que la actividad de la industria del cemento está estrechamente vinculada con el desenvolvimiento del ciclo económico; sin embargo, las actividades de las empresas también están vinculadas con los mercados financieros, no sólo por los instrumentos que emplean para cubrir su riesgo cambiario o de deuda sino por su amplia colocación de valores en los

mercados financieros situados alrededor del mundo. Además, se observó el doble efecto de la crisis derivada del boom hipotecario, el vinculado a su actividad operativa y el contagio de los mercados financieros. Asimismo, se apreció que no hay correspondencia entre los resultados operativos y los logrados en el ámbito bursátil.

La sustentabilidad concierne a la convergencia de los objetivos económicos, sociales y ambientales, el privilegio del crecimiento económico con el fin de favorecer la especulación en los mercados financieros pone en riesgo la sostenibilidad de las empresas y en consecuencia la sustentabilidad del sistema, debido a que, cuando la rentabilidad de las empresas disminuye, éstas deben poner en marcha estrategias que les permitan recuperar su rendimiento operativo, las cuales pueden consistir, en casos extremos, en el cierre de plantas –como lo hizo Cemex-, lo que significa menores niveles de empleo. El costo de la crisis, debida a la inestabilidad financiera, es la pérdida de empleo directo: 25 000 en Lafarge, 11 261 en Holcim y 22 707 en Cemex. Además, de la pérdida de empleos indirectos.

Después de analizar la sustentabilidad desde la óptica de la esfera económica, se estudia en primer lugar cuál es la problemática de la industria en materia ambiental para dar paso a las estrategias con enfoque sustentable que se han implementado en la industria, es decir, aquellos mecanismos con los cuales se busca que el desarrollo sustentable sea una norma entre los participantes de la industria y con ello cooperen para avanzar hacia la sustentabilidad.

## Capítulo III

### **Sustentabilidad ambiental: estrategias conjuntas e individuales de las empresas cementeras**

---

En un sentido estricto, para que la industria del cemento contribuya cabalmente a la sustentabilidad ambiental se requeriría que ésta dejará de operar. La problemática de la industria inicia desde la extracción de los insumos que requiere la explotación de las canteras, lo que implica un impacto directo en los ecosistemas. Después, como resultado de la transformación de los insumos en cemento se genera dióxido de carbono, además, para obtener la mencionada transformación es necesario un alto consumo energético, con lo cual se generan más emisiones de CO<sub>2</sub> y de otros contaminantes. Sin embargo, el cemento es un material que está presente en la arquitectura e infraestructura contemporánea, por lo que es difícil que la industria deje de operar, en lugar de ello, a la par que los gobiernos regulan lo referente a las emisiones de contaminantes, la propia industria ha establecido mecanismos para transitar de la eficiencia energética - necesidad primordial para abatir costos- hacia estrategias con orientación sustentable.

El objetivo de este capítulo es presentar la estrategia global de la industria del cemento para disminuir sus impactos ambientales y cómo dicha estrategia se ha implementado en Cemex, Holcim y Lafarge. Para lo cual, primero se describe el proceso de producción de cemento y se señalan las etapas que contribuyen en mayor medida a la emisión de contaminantes, así como los efectos en la salud. Después, se presentan las estrategias que ha propuesto la industria del cemento a través de la iniciativa de cemento sustentable. Por último, se presentan las estrategias individuales de Cemex, Holcim y Lafarge, señalando los cambios que ha implicado para las empresas la adopción de criterios sustentables.

### 3.1 El proceso de fabricación de cemento e impactos negativos en el medio ambiente

El proceso de producción de cemento es continuo y altamente consumidor de energía. Se estima que el costo está distribuido en 29% energía, 27% materias primas, 32% trabajo y 12% en depreciación (Lasserre, 2007). Aunque, hay estimaciones de que el costo por consumo de energía oscila entre el 20% y 40% del costo total de producción (IEA, 2009).

El cemento hidráulico o cemento es un material inorgánico (cuyo componente principal es el clinker) finamente pulverizado, que al mezclarlo con agua, ya sea solo o con otros agregados como arena, grava, asbestos u otros materiales similares, tiene la propiedad de fraguar y endurecer, inclusive bajo el agua, debido a las propiedades de las reacciones químicas durante la hidratación y que, una vez endurecido, conserva su resistencia y estabilidad (NOM-040-SEMANART-2002). Los tipos de cemento y especificaciones de los componentes pueden variar según el país. De acuerdo a la norma mexicana NMX-C-414-ONNCCE-2004 se clasifican en:

- Cemento portland ordinario (CPO).
- Cemento portland puzolánico (CPP).
- Cemento portland con escoria granulada de alto horno (CPEG).
- Cemento portland compuesto (CPC).
- Cemento portland con humo de sílice (CPS).
- Cemento con escoria granulada de alto horno (CEG).

El proceso de producción de cemento comprende tres etapas principales, la preparación de la materia prima, la obtención del clinker y la fabricación del cemento (Worrell *et al.*, 2001). La preparación de la materia prima, inicia desde la selección de los yacimientos que serán explotados, de tierra caliza, tiza o arcilla, además se utilizan esquisto –tipo de roca-, y arena –de la cual extraen sílice, aluminio y hierro. En la explotación de las canteras se realizan las tareas de perforación, seguido del volquete, es decir, el traslado de los diversos materiales

hacia las áreas donde se realizarán las labores de molienda que consisten en la trituración, pre homogenización y pulido (WBCSD, 2010).

El proceso de obtención del clinker incluye el precalentamiento que consiste en el paso de la materia prima por una serie de equipos auxiliares llamados ciclones que van calentando los insumos antes de llegar al horno con el fin de que las reacciones químicas se produzcan con mayor rapidez y eficiencia; la etapa de precalentamiento no está aún estandarizada en todas las plantas de cemento. Los hornos de cemento pueden llegar a alcanzar una temperatura de 2000°C, las altas temperaturas permiten las reacciones químicas y físicas necesarias para la transformación de las materias primas en clinker. Del horno sigue una etapa de enfriamiento y posteriormente se almacena el clinker (WBCSD, 2010).

Finalmente, el clinker se mezcla con otros minerales para fabricar el cemento, esta etapa también incluye la molienda del cemento y el almacenamiento del producto en silos de cemento (WBCSD, 2010). La preparación de materia prima y de fabricación del cemento son procesos consumidores esencialmente de energía eléctrica, en tanto que en la elaboración del clinker se destina entre el 70% y 80% del consumo total de energía (Worrell *et al.*, 2001).

### 3.1.1 La obtención del clinker

El clinker, componente principal del cemento, es obtenido por la calcinación y sinterización de mezclas finas, homogéneas y dosificadas de materias primas que contienen cal (CaO), sílice (SiO<sub>2</sub>), alúmina (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>), óxido férrico (Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) y pequeñas cantidades de otros compuestos minoritarios, todos ellos llamados crudos. El proceso de calcinación se lleva a cabo en hornos de clinker que son un reactor consistente en un tubo rotatorio, ligeramente inclinado, dotado de un quemador de combustible en un extremo, dentro del cual se calcina y sinteriza, en forma continua y a contracorriente, las mezclas de crudo, a temperaturas que oscilan entre 1250°C para los cementos grises, 1450°C para el cemento blanco e

inclusive alcanzan los 2000°C para otros tipos. Posteriormente, sigue una etapa de enfriamiento, con el fin de que dichos productos tengan la composición química y la constitución mineralógica requerida (SEMARNAT, 2002).

El consumo energético varía dependiendo del proceso y de los tipos de hornos de clinker utilizados. Básicamente los procesos se dividen en húmedos y secos, según el contenido de agua de las materias primas, siendo más eficientes los procesos secos ya que evitan la evaporación de agua. En cuanto a los hornos, se dividen en hornos de eje vertical y rotatorio, estos últimos son más eficientes. Los hornos rotatorios están divididos en ciclones en los cuales se aprovecha el calor generado en el horno para secar el crudo antes de ingresar al horno, de modo que se va preparando el crudo para el proceso químico y físico que se llevará a cabo. La eficiencia de los hornos de clinker depende del número de ciclones (cuadro 3.1). La mejor elección tecnológica son los procesos secos en hornos rotatorios con etapas de precalentado y pre-calcinación (IEA, 2009).

El consumo promedio de energía térmica en el proceso de cemento es de 3.69 GJ/t clinker (Giga joules por tonelada de clinker). Un estudio hecho en 2006 que cubrió más de 800 hornos alrededor del mundo, incluyendo todo tipo de horno y proceso, indica que el 10% mejor de su clase consume aproximadamente 3.1 GJ/t clinker, en tanto que el resto consume en promedio hasta 4.4 GJ/t clinker. Teóricamente se requiere una energía mínima de 1.85 a 2.8 GJ/t clinker para alcanzar una temperatura de 1450°C, la cual es la requerida para la formación estable del clinker. Cabe destacar que, los hornos de clinker tienen un periodo de uso que oscila entre los 30 y 50 años; sin embargo, el equipo técnico de los hornos es reemplazado continuamente (pre-calentador, ciclones, enfriador de clinker, quemadores, entre otras partes) de modo que al cabo de 20 o 30 años la mayor parte del equipo ha sido reemplazado y adaptado a la tecnología más reciente, lo cual supone que hornos relativamente viejos sean eficientes. No obstante, sólo el cambio de proceso húmedo a seco permite un aumento significativo de la eficiencia energética (CSI-ECRA, 2009).

**Cuadro 3.1****Procesos de obtención de clinker y consumo de combustible**

<u>Proceso</u>	<u>Consumo de (GJ/t clinker)</u>
Hornos de eje vertical	~ 5.0
Procesos húmedos	5.9 – 6.7
Procesos secos largos	4.6
Precalentado con una etapa de ciclón	4.2
Precalentado con dos etapas de ciclón	3.8
Precalentado con cuatro etapas de ciclón	3.3
Precalentado con cuatro etapas de ciclón y pre-calcinado	3.1
Precalentado con cinco etapas de ciclón y pre-calcinado	3.0 – 3.1
Precalentado con seis etapas de ciclón y pre-calcinado	2.9

Fuente: IEA, 2009, *Energy Technology Transitions for Industry*, Table 3.1  
Heat consumption of different cement kilns technologies, IEA, p. 80.

Para realizar el proceso de obtención de clinker, en los hornos de cemento se pueden emplear combustibles convencionales o fósiles, combustibles alternos y combustibles formulados. Los combustibles fósiles son el gas natural y el carbón mineral, los derivados del petróleo (gas LP), gasóleo, diesel, combustóleo y coque de petróleo. Los combustibles alternos o de recuperación son aquellos materiales o residuos con poder calorífico superior a los 15 megajoules por kilogramo (15 MJ/kg) como son los aceites y grasas lubricantes gastados, textiles impregnados con los mismos, llantas usadas y nuevas, y otros residuos no peligrosos. Los combustibles formulados son derivados de una mezcla controlada de varias corrientes de residuos peligrosos, con poder calorífico susceptible de ser recuperado y que es elaborado por una planta formuladora autorizada, en el caso de México, por la Semanart -según nuestra normatividad se excluyen en su composición los siguientes residuos: plaguicidas, dioxinas policloradas, dibenzofuranos policlorados, desechos radioactivos, gases comprimidos, residuos biológico-infecciosos, compuestos organoclorados y cianuros- (SEMARNAT, 2002).

Cuando se comparan los hornos de cemento que alcanzan temperaturas que en promedio oscilan entre los 1500°C, llegando incluso a los 2000°C, con un tiempo de incineración de hasta 5 segundos (s), contra los incineradores de residuos que

sólo llegan a los 1200°C en un tiempo de incineración de 2 s, se dice que son más eficientes los hornos de cemento en la incineración de residuos como llantas usadas y aceites quemados, asegurando que “*a cement kiln is an excellent means for disposing of toxic organic waste because the long residence time at high temperature [...] guarantees good destruction, and there are neither liquid nor solid residues*”<sup>36</sup> (Rabl, 2000:3). Lo cierto es que el alto consumo energético, sumado al incremento en el precio de los combustibles y la disponibilidad de los mismos son factores que inciden en la industria del cemento para la utilización de combustibles alternos (Rabl, 2000).

Paralelo al alto consumo energético, va la emisión de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) y otros gases de efecto invernadero (GEI), además de la emisión de microcontaminantes y de otros impactos negativos en el medio ambiente (WBCSD, 2010; Worrell *et al.*, 2001) con repercusiones en la salud humana.

### 3.1.2 Impactos negativos derivados del proceso de obtención del cemento

La emisión de GEI es el impacto negativo al que con mayor frecuencia se hace alusión, en particular se presta atención a las emisiones de CO<sub>2</sub>. Se estima que en el proceso de producción de cemento, las emisiones de GEI provienen en un 50% de la producción de clinker, debido a que en la transformación de los insumos ocurre un proceso químico llamado descarbonatación, es decir, se desprende CO<sub>2</sub> como parte de la reacción química. El resto de las emisiones de GEI proceden de la quema de combustible en un 40% y del uso de la electricidad y transporte en un 10% (WBCSD, 2010). Los impactos negativos en el medio ambiente que ocurren en cada etapa del proceso de producción del cemento (WBCSD, 2010) son:

- En la explotación de canteras: el polvo, el ruido, la vibración e impactos en el paisaje.
- Durante la molienda: el polvo, el ruido, la electricidad utilizada.

---

<sup>36</sup> “*un horno de cemento es un medio excelente para la eliminación de los residuos orgánicos tóxicos debido a que el largo tiempo de permanencia a altas temperaturas [...] garantiza buena destrucción y que no haya residuos ni líquidos ni sólidos*”

- En la producción de clinker: las partículas, emisión de gases oxido de sulfuro (SO<sub>2</sub>), óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>), CO<sub>2</sub> y micro-contaminantes, el ruido, el calor y micro-contaminantes derivados del uso de combustibles.
- En la molienda de cemento: las partículas, el ruido, uso de electricidad.
- En el almacenamiento y transporte: el polvo, el ruido y combustibles usados.

Se considera el aumento de las concentraciones atmosféricas de GEI, en particular las concentraciones de dióxido de carbono, como una de las principales causas del cambio climático (The Natural Conservancy *et al.*, 2009; Greenpeace, 2010a). Las actividades globales de la industria del cemento son fuente del 5% de las emisiones de GEI (Herzog, 2009: 2).

Los valores medios a largo plazo de las distintas emisiones que se generan en los hornos de cemento se muestran en la cuadro 3.2, los valores corresponden a la operación de plantas de cemento localizadas en Europa. Estos valores se consideran como los rangos normales en los que operan los hornos de cemento (CSI-SINTEF, 2006). Estos rangos “normales” no significan rangos permisibles por las normas de emisiones de contaminantes.

Por otra parte, las consecuencias a la salud humana derivadas de los impactos negativos de la producción del cemento son:

- Emisión de partículas. Daños en la función ventilatoria, síntomas respiratorios crónicos acompañados de deterioro de la función ventilatoria, e incluso, cáncer laríngeo y el cáncer del aparato respiratorio (Mwaiselage *et al.*, 2005; Dietz *et al.*, 2004; Yang *et al.*, 2003).
- Emisión de gases SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> y micro-contaminantes. Problemas cardiovasculares y respiratorios que requieren revisión médica, medicación e incluso hospitalización; mortalidad por enfermedades cardiovasculares y respiratorias, incidencia en enfermedades respiratorias crónicas como el asma, cambios en las funciones fisiológicas, cáncer de pulmón, e inclusive, restricción del crecimiento intrauterino (WHO, 2006).

**Cuadro 3.2**  
**Emisiones y valores medios a largo plazo,**  
**provenientes de hornos europeos**

Emisión	Mg por metro cubico estándar [mg/Nm <sup>3</sup> ]
Partículas	20-200
NO <sub>x</sub>	500-2000
SO <sub>2</sub>	oct-00
Carbono orgánico total (COT, TOC por sus siglas en inglés)	10-100
CO	500-2000
Fluoruros	<5
Cloruros	<25
Dibenzodioxinas policloradas y dibenzofuranos policlorados (PCDD/F)	<0.1 [ng/Nm <sup>3</sup> ] Nano gramo por metro cubico estándar
Metales pesados:	
- Clase 1 (Hg, Cd, Tl)	<0.1
- Clase 2 (As, Co, Ni, Se, Te)	<0.1
- Clase 3 (Sb, Pb, Cr, Cu, Mn, V, Sn) incl. Zn	<0.3

Fuente: CSI-SINTEF, 2006, *Formation and Release of POPs in the Cement Industry*, Table 1 Long term average emission values from European cement kilns, CSI-SINTEF, p. 55.

- De la relación de emisiones de CO<sub>2</sub> y cambio climático. Enfermedades, lesiones e incluso muerte debido a ondas de calor, inundaciones, tormentas, deslaves y otros desastres naturales, así como enfermedades diarreicas, frecuencia de enfermedades cardiorespiratorias consecuencia de las concentraciones de ozono, y enfermedades como el paludismo o dengue, entre otras (Greenpeace, 2010a).
- Por el uso de combustibles, micro-contaminantes:
  - Compuestos orgánicos persistentes (COP o POPs, por sus siglas en inglés) se caracterizan por: ser tóxicos a la salud animal y humana, y contaminar el medio ambiente; ser bioacumulables y biomagnificarse a lo largo de las cadenas alimenticias; ser persistentes, es decir, su degradación es muy lenta; y por poder desplazarse a grandes distancias. Sus efectos crónicos en la salud humana van desde el cáncer, problemas reproductivos, alteración del sistema inmunológico, disrupciones hormonales, alteración en el

comportamiento y disminución de la inteligencia, entre otros (Bejarano, 2004).

- Compuestos orgánicos volátiles (COV, VOC, por sus siglas en inglés) son compuestos gaseosos, que al igual que los COP, destacan por sus impactos al medio ambiente y a la salud humana. Son precursores de la formación de ozono que es causante de irritación de las mucosas, además, reduce la capacidad física y daña la vegetación. También se encuentran gases cancerígenos como el benceno y probablemente el formaldehído, el 1,3-butadieno, el acetaldehído, y los estírenos (INE-UAM, 2008). Además, se les relaciona con síntomas respiratorios y asma en niños (Delfino *et al.*, 2003)

En el Convenio de Estocolmo que trata sobre la reducción y eliminación de los COP, se menciona explícitamente –Anexo C, parte II- a la combustión de residuos peligrosos en los hornos de cemento como una “*fente industrial que tiene el potencial comparativamente alto de formación y liberación de estas sustancias químicas [COP] al medio ambiente*” (CSI-SINTEF, 2006:16).

De los múltiples problemas ambientales y daños a la salud asociados a la producción del cemento, la atención pública se ha centrado principalmente en la reducción y mitigación de las emisiones de GEI debido a su presunta relación con el cambio climático.

### 3.2 Estrategia conjunta de la industria del cemento: la Iniciativa del Cemento Sustentable

La industria del cemento es la mayor consumidora de energía y emisora de CO<sub>2</sub> de la industria no metálica, se estima que consume alrededor del 85% de la energía utilizada por esta industria. Las emisiones de CO<sub>2</sub> correspondientes al consumo termal energético ascendieron aproximadamente a 1.9 Gt CO<sub>2</sub> en 2006 (IEA, 2009).

Las principales empresas de la industria del cemento asociadas al Consejo Empresarial Mundial para el Desarrollo Sostenible (WBCSD, por sus siglas en inglés) han suscrito la Iniciativa del Cemento Sustentable (CSI, por siglas en inglés). La iniciativa está respaldada por alrededor de 46 compañías, entre las que destacan Holcim, Lafarge y Cemex; en conjunto suman más de 900 plantas de cemento y representan aproximadamente el 30% de la producción mundial de cemento (cuadro 3.3).

**Cuadro 3.3**  
**Producción de clinker, cemento y emisiones de CO<sub>2</sub>**  
**de las empresas que participan en la CSI**  
(Millones de toneladas, Mt)

Año	Producción mundial de cemento	CSI*			Emisiones brutas de CO <sub>2</sub> **
		Clinker	Cemento	% participación mundial	
1990	1 160	433	514	44	400
2000	1 660	536	649	39	475
2005	2 350	616	773	33	538
2006	2 610	647	823	32	564
2007	2 810	685	870	31	596
2008	2 850	662	856	30	576
2009	3 030	619	808	27	534
2010	3 310	640	827	25	554

Fuente: elaboración propia con base en World Business Council for Sustainable Development-Cement Sustainability Initiative (WBCSD-CSI), 2013, *CSI-Getting the Numbers Right*, disponible en <http://www.wbcscement.org/GNR-2010/index.html>, (21 enero 2013); USGS, *2011 Minerals Yearbook*, p.16.37; USGS, *2004 Minerals Yearbook*, p. 16.32; USGS, *1994 Minerals Yearbook*, p.20.

(\*) Las cifras engloban los datos de las 46 compañías (más de 900 plantas) que han firmado el protocolo CSI.

(\*\*) Excluye el CO<sub>2</sub> proveniente de la energía eléctrica.

Las empresas afiliadas a la CSI han asumido una serie de compromisos plasmados en la *Agenda de Acción*, éstos abarcan las temáticas de la protección del clima, los combustibles y materias primas, la salud y seguridad de empleados, la reducción de emisiones, los impactos locales y los procesos empresariales internos (WBCSD, 2002a; 2002b).

En la *Agenda* destacan los compromisos para el desarrollo de un protocolo sobre mediciones de dióxido de carbono y el uso de la metodología establecida por parte de las empresas, la planeación de una estrategia de mitigación, elaboración de reportes informando sobre las emisiones, así como, avances de las metas establecidas. Además de las emisiones de dióxido de carbono, se comprometen a la medición, monitoreo y reporte de emisiones de dioxinas y VOC (WBCSD, 2002a; 2002b).

La estrategia general de la CSI tiene cuatro ejes orientados al desarrollo de tecnología para la reducción de emisiones de CO<sub>2</sub>: la eficiencia energética, el uso de combustibles alternos, la sustitución de clinker y la captura y almacenamiento de carbono -CCS, por siglas en inglés- (CSI-IEA, 2009).

#### *Eficiencia térmica y eléctrica*

Se refiere principalmente al desplazo de los procesos húmedos por los secos. Entre las principales limitaciones en la implementación de eficiencia térmica y energética se encuentran (CSI-IEA, 2009):

- Los altos costos de inversión que implica adquirir equipos especializados en la disminución de consumo de energía.
- Requisitos ambientales más estrictos que podrían incrementar el consumo de energía. Paradójicamente los equipos que limitan las emisiones de partículas requieren un mayor consumo de energía para efectuar el proceso de separación de partículas.
- La demanda de cemento de alto rendimiento el cual requiere de mayor uso de energía para realizar una molienda más fina que los cementos de menor rendimiento.
- Otra de las paradojas es que si bien es reconocida la captura y almacenamiento del carbono como un elemento clave para reducir las emisiones, los procesos necesarios para ello -separación del aire, purificación, compresión, etc. -

implican un incremento en el consumo de energía que se estima entre el 50 y 120%.

- Otras áreas potenciales de reducción de emisiones pueden estar negativamente correlacionadas con la eficiencia energética, por ejemplo algunos substitutos del clinker pueden reducir las emisiones de CO<sub>2</sub> en el proceso de producción del clinker; sin embargo, suelen requerir mayor energía para llevar a cabo una molienda fina del cemento.

### *Uso de combustibles alternativos*

El uso de combustibles alternativos consiste en la substitución de combustibles fósiles, tales como el carbón mineral y el coque de petróleo, por otros como los combustibles de biomasa. Se considera que el uso de combustibles alternos para alimentar los hornos de cemento presenta dos ventajas: la energía generada por los combustibles alternos es usada como sustituta de los combustibles fósiles y los componentes inorgánicos son integrados como parte del producto del clinker. Razones por las cuales, argumenta la CSI, que pueden ser substitutos efectivos de bajas emisiones de carbono en comparación con los combustibles sólidos tradicionales (CSI-IEA, 2009).

Combustibles alternos usados en la industria del cemento (CSI-IEA, 2009):

- Desechos sólidos pre-tratados provenientes de la industria y residuos municipales (basura doméstica).
- Llantas usadas.
- Desechos de aceites y solventes.
- Residuos plásticos, textiles y papel.
- Biomasa (carne animal, madera y papel reciclado, residuos agrícolas tales como cenizas de arroz, entre otros).

El uso de combustibles no fósiles se ha incrementado en los últimos años (cuadro 3.4). De 1990 a 2008 el consumo de combustibles alternos ha aumentado en

400%, en tanto que los de biomasa ha sido en 500% (WBCSD-CSI, 2011). El uso intensivo de estos combustibles se enfrenta a limitaciones de implementación que son principalmente de “orden práctico” ya que técnicamente podría usarse hasta el 100% de combustibles alternos en los hornos de cemento. Entre las limitaciones se encuentran (CSI-IEA, 2009):

- Legislación sobre el manejo de la basura.
- Las redes locales de recolección de basura.
- El costo de los combustibles alternativos.
- El nivel de aceptación social del uso de residuos como combustibles en las plantas de cemento.

**Cuadro 3.4**  
**Uso de combustibles alternos y de biomasa**  
(Millones de toneladas)

Año	CSI*			
	Clinker	Cemento	Uso de combustibles alternos	Uso de combustibles de biomasa
1990	433	514	2	--
2000	536	649	6	1
2005	616	773	9	4
2006	647	823	9	4
2007	685	870	11	5
2008	662	856	12	5
2009	619	808	11	5
2010	640	827	13	5

Fuente: elaboración propia con base en World Business Council for Sustainable Development-Cement Sustainability Initiative (WBCSD-CSI), 2013, *CSI-Getting the Numbers Right*, disponible en <http://www.wbcscement.org/GNR-2010/index.html>, (21 enero 2013).

(\*) Las cifras engloban los datos de las 46 compañías (más de 900 plantas) que han firmado el protocolo CSI.

### *Substitución del clinker*

Existen otras sustancias (anexo 5) que comparten la propiedad del clinker de endurecer cuando son mezcladas con agua, algunos ejemplos son la piedra caliza y las puzolanas naturales y artificiales (CSI-IEA, 2009).

Desde el punto de vista técnico es posible que determinados productos de concreto contengan bajas tasas de clinker, no obstante, las principales limitaciones no técnicas son (CSI-IEA, 2009):

- La disponibilidad regional de los sustitutos del clinker.
- El incremento del precio de los materiales sustitutos del clinker.
- Las propiedades de los materiales sustitutos y la aplicación prevista del cemento.
- Las normas o estándares nacionales del cemento ordinario portland y cementos compuestos.
- La práctica común y aceptación de los cementos compuestos por contratistas de la construcción y clientes.

Cabe destacar la relación que tiene la industria del cemento con otras para el aprovechamiento de los residuos, por ejemplo el uso de aceites usados, solventes y residuos plásticos como combustibles alternos, cuyos remanentes de incineración se pueden incorporar en el clinker y el caso de las cenizas volantes y escoria de alto horno como sustitutos del clinker. También llama la atención que no se mencione que las limitaciones que conciernen a la legislación sobre el manejo de residuos y el nivel de aceptación social del uso de residuos como combustibles se refieren básicamente a la posibilidad de emisiones de micro-contaminantes como son los COP y COV, entre otros.

### *Almacenamiento y captura de carbono (CCS)*

El almacenamiento y captura de carbono (CCS) consiste en capturar el CO<sub>2</sub> emitido, comprimirlo a un líquido y entonces, transportarlo por medio de tuberías hacia donde será almacenado bajo el suelo. Esta tecnología todavía no ha sido implementada a escala en la producción de cemento, pero es una de las

estrategias que la industria considera con gran potencial. Además de los aspectos técnicos, la principal restricción para el uso del CCS es la viabilidad económica (CSI-IEA, 2009).

Existen tres vías por las cuales es factible capturar el CO<sub>2</sub> en el proceso de producción del cemento (IEA, 2009):

- La captura de post-combustión, donde el CO<sub>2</sub> se separa de los gases de combustión.
- La captura pre-combustión, donde el combustible se hace reaccionar con el oxígeno y vapor para producir una mezcla de CO<sub>2</sub> y H<sub>2</sub>, y
- La oxy-combustión, donde el combustible se quema en oxígeno, obteniendo un CO<sub>2</sub> rico en caudal de escape.

### 3.2.1 Metas de la CSI al 2050

Las metas al 2050 (CSI-IEA, 2009) para cada una de las estrategias de reducción y mitigación de CO<sub>2</sub> son un consumo de energía de 3.2 GJ/t clinker, una tasa de uso de combustibles alternos y biomasa del 37%, un ratio de clinker de 71% y la operación de 200 a 400 plantas de cemento con la tecnología de CCS<sup>37</sup> (ver cuadro 3.5).

Para llevar a cabo estas acciones, la CSI declara que se requieren de apoyos institucionales y financieros, entre los que destacan (CSI-IEA, 2009):

- La promoción de la adopción de las mejores tecnologías disponibles para la adquisición de nuevos hornos así como la reconversión de los existentes. Consideran que una medida que

---

<sup>37</sup> Como se menciona en la sección anterior, en la actualidad se está explorando dicha tecnología, principalmente en plantas eléctricas, aunque no de modo exclusivo, situadas en Estados Unidos, China, Australia y Europa. Al respecto, universidades como el *Massachusetts Institute of Technology* y diversas empresas, tales como *Exxon Mobil*, *Shell*, *Suncor Energy*, *Conoco Phillips*, entre otras, suscribieron la Iniciativa de Captura de Carbono en el 2000 con el propósito establecer una red de información entre los socios, servir de enlace entre la industria y gobierno e informar al público en general sobre esta tecnología (MIT Carbon Capture & Sequestration Technologies, 2013a; 2013b). Existen alrededor de 65 proyectos en operación (Global CCS Institute, 2013). Se considera la adopción de la tecnología de CCS como una opción viable en la mitigación del CO<sub>2</sub>, en este sentido, la industria del cemento ha proyectado la operación de plantas piloto adaptadas con CCS y en una etapa subsecuente, la implementación de esta tecnología en las plantas de cemento en operación de las empresas afiliadas a la CSI.

puede contribuir a ello es la eliminación de subsidios de los precios de energéticos que actúan como barrera para la implementación de tecnologías más eficientes energéticamente.

- Fomentar y facilitar el incremento del uso de combustibles alternos y la sustitución del clinker.
- Facilitar el desarrollo del CCS.
- Garantizar la estabilidad de las restricciones y marcos internacionales sobre CO<sub>2</sub>. Es decir, asegurar el desarrollo del mercado de bonos de carbono y de los mecanismos que promuevan la adopción de tecnologías reductoras de emisiones.
- Promoción de la investigación y desarrollo (I+D), así como, la mejora de las capacidades, habilidades, experiencia e innovación.
- Garantizar la colaboración internacional y las asociaciones público-privada en la implementación de tecnología.

**Cuadro 3.5**  
**Metas e indicadores de progreso**

	2012	2015	2020	2025	2030	2050
Consumo térmico por tonelada de clinker, GJ/t	3.9	3.8	3.5-3.7	3.3-3.6	3.3-3.4	3.2
Porcentaje de uso de combustibles alternativos y de biomasa	5-10%	10-12%	12-15%	15-20%	23-24%	37%
Razón clinker a cemento	77%	76%	74%	73.50%	73%	71%
CCS						
No. plantas piloto	2	3				
No. plantas de demostración operando		2	6			
No. plantas operando				10-15	50-70	200-400
Mt almacenadas	0.1	0.4	5-10	29-35	100-160	490-920
Toneladas de CO <sub>2</sub> , emisiones por toneladas de cemento	0.75	0.66	0.62	0.59	0.56	0.42

Fuente: CSI-IEA, 2009, *Cement Technology Roadmap 2009. Carbon emissions reductions up to 2050*, CSI-IEA, p.24.

CCS, almacenamiento y captura de carbono.

Mt, millones de toneladas.

Existen diversos estudios prospectivos sobre la producción y emisiones de CO<sub>2</sub> de la industria del cemento, en CSI-IEA (2009) se estima que la producción mundial de cemento se encontrará en un rango de 3 657 a 4 397 Mt y que de seguir la tendencia actual en el uso de combustibles y de tecnologías las emisiones de CO<sub>2</sub> estarían entre 2.3 y 2.8 Gt. El estudio considera que de realizarse las metas de la CSI, las emisiones estarían entre 2.1 y 2.5 Gt de CO<sub>2</sub>, sin considerar el CCS. En otras proyecciones (CSI-ECRA-IEA, 2009) se estima que la industria podría emitir 2.34 Gt de CO<sub>2</sub> en 2050 y que implementando todas las estrategias sugeridas por la industria las emisiones podrían reducirse a 1.55 Gt.

Hay divergencia en las estimaciones de CO<sub>2</sub> en 2006, año de referencia en ambos estudios, 2.04 y 1.88 Gt, a pesar de ello, se puede observar que considerando la relación producción de cemento y emisiones de CO<sub>2</sub>, sí se prevé una reducción de las emisiones (CSI-IEA, 2009, CSI-ECRA-IEA, 2009). No obstante, los niveles de CO<sub>2</sub> que quedarían libres en la atmosfera son cercanos a los existentes en 2006 incluyendo los problemas de contaminación asociados y sin considerar los impactos en la salud resultantes del uso de combustibles alternos y los riesgos que pueda implicar el CCS.

### 3.2.2 Evaluación de los impactos ambientales y sociales de las actividades de la industria del cemento

La CSI ha propuesto una serie de lineamientos para evaluar los impactos ambientales y sociales (Environmental and Social Impact Assessment, ESIA) de la industria a nivel local; advierte que se requiere de la participación de diversos grupos de interés, así como, de diversas técnicas de medición (WBCSD-CSI, 2005: 2, 5). Para la evaluación identifican cuatro fases en la vida útil de las plantas de cemento:

- Selección del sitio de operación.
- Construcción de la planta.
- Operación de la planta.
- Clausura del sitio.

En términos generales la evaluación contempla la identificación de impactos positivos (empleo, oportunidades locales de negocio, etc.), y negativos (modificación del paisaje, polvo, ruido y ruptura de la biodiversidad, etc.); sean, directos, indirectos o acumulativos (a través del tiempo o espacio). En la propuesta se aclara que los impactos sociales son difíciles de predecir debido a que no es claro identificar las relaciones de causa-efecto (WBCSD-CSI, 2005: 5). Entre los tópicos que en general deben de cubrir los reportes destacan los siguientes:

- Métodos y cuestiones clave.
- Marco legislativo.
- Proceso de consulta.
- Descripción de la situación social y ambiental presente.
- Consideración de alternativas.
- Predicción y evaluación de los impactos sociales y ambientales.
- Medidas de mitigación.
- Planes de gestión y monitoreo de los impactos sociales y ambientales.

En la guía ESIA se hace énfasis en el involucramiento de las partes interesadas. La CSI define a un *stakeholder* como “*todos los individuos o grupos que se consideran potencialmente afectados, o que pueden impactar, la operación de las plantas de cemento en la escala local, nacional o internacional*” (WBCSD-CSI, 2005: 3).

Debido a que en la zona de estudio de esta investigación las plantas de cemento se encuentran en la fase de operación, se presentan los aspectos que la guía de ESIA sugiere considerar (WBCSD-CSI, 2005: 18-28):

- Impactos sociales: se refieren aquellos que afectan a la gente local, sus comunidades, su ambiente y economía:
  - Presión adicional en la infraestructura existente.
  - Impacto en la salud de la población local.
  - Interrupción de las redes sociales debido a la afluencia de gente.
  - Declinación de la cohesión social.
  - Incremento del crimen y desviación del comportamiento.
  - Cambios en la percepción y en los valores culturales.
  - Generación de empleos.
  - Estimulación de la economía local.
  - Dotación de infraestructura.
- Impactos en la salud y seguridad de sus empleados: al respecto las empresas siguen estándares internacionales y buscan el otorgamiento de certificaciones que validen la instrumentación de dichas disposiciones.
- Impactos ambientales:
  - Gestión de las canteras.

- Uso de energía y materiales.
- Emisiones a la atmósfera.
- Emisiones de polvo.
- CO<sub>2</sub> y cambio climático.
- Ruido y vibraciones.
- Residuos sólidos.
- Descargas al agua.
- Impacto en el tráfico.
- Planes de monitoreo y reporte.

La presente investigación no tiene por objeto implementar los lineamientos de la ESIA. Cabe aclarar que bajo la metodología de ESIA, no hay publicaciones de evaluaciones disponibles en la página de internet de la CSI, salvo la guía. Además de que la sociedad tiene derecho de conocer los impactos que la afectan, habría sido muy útil tener como referente este tipo de evaluaciones para la zona Tula-Atotonilco-Apaxco.

### 3.3 Estrategias individuales

La eficiencia energética fue una de las estrategias prioritarias de las empresas cementeras dado que el costo de los combustibles es un elemento de peso en el costo de producción de cemento. Por ello, la transición hacia un modelo bajo en carbono ha sido una transición natural en las empresas lo que ha contribuido a la evolución de modelos con enfoque sustentable. Lo anterior se observa con mayor detalle en el caso de Cemex, debido a la disponibilidad de informes; sin embargo, también está presente tanto en Holcim como Lafarge. El último caso, pone a la mesa de debate una cuestión importante: la distribución del ingreso inicia desde la empresa.

### 3.3.1 Cemex: de la eco-eficiencia al modelo de desarrollo sustentable

La historia contenida en los reportes anuales de Cemex permite estudiar cómo se implementaron las estrategias de administración con enfoque sustentable. A lo largo de los 15 informes de sustentabilidad (de medio ambiente, salud y seguridad, para los primeros años) de Cemex se pueden observar los cambios de estrategia de sustentabilidad. De la revisión, en Cemex se distinguen dos etapas en la implementación de estrategias de administración con enfoque sustentable. La primera de ellas abarca de 1994 hasta 2002, siendo este último año la transición entre ambas etapas. La segunda comprende de 2003 a 2011.

#### *Primera etapa: eco-eficiencia. 1994-2002*

Cemex declara que desde 1994 ha implementado estrategias para llevar a cabo sus “*actividades de manera responsable, asegurando el desarrollo sustentable*” (Cemex, 1998a: 2), al decir de la empresa. La emisión de reportes a los grupos de interés inició en 1997, denominándose durante esta etapa: *Environmental, Health & Safety Report* (EHS). En el reporte de 1997 se aprecia que la empresa adoptó los principios ambientales de minimizar el uso de energía eléctrica y de transporte vehicular, además del principio de reciclar y reusar en lo referente a las materias primas. Así como la adopción del principio social de reportar a las partes interesadas (en esa misma fecha se inicia la emisión de los reportes financieros, *abiertos al público* en general los cuales están disponibles en la página de internet del corporativo).

Además del principio económico de eco-eficiencia, definido por la propia empresa como:

Para lograr un mayor éxito económico, el aumento de la capacidad de las materias primas y la energía, la reducción de los impactos ambientales negativos, y promover el desarrollo integral de los recursos humanos. El prefijo “eco” se refiere a la ecología y economía. (Cemex 1998a: 13; traducción propia).

Las actividades de eco-eficiencia se ampliaron al reciclaje de papel y al ahorro de agua y energía en las áreas administrativas (Cemex, 1999a:4). Las tareas que la empresa implementó desde 1994 se concretaron en el esquema de *Cemex Ecoefficiency Program* (CEP) en 1999. Los cambios en el principio de eco-eficiencia se aprecian en las acciones implementadas por la empresa (tabla 3.1). En primer término, el desarrollo de prácticas innovadoras, no sólo su implementación, relacionado con ello es la creación del Centro de Tecnología Cemento y Concreto de Cemex en 1997. En segundo, se aprecia la incorporación de acciones directamente vinculadas con la extracción de los recursos naturales y que conciernen al primer estadio de impacto ambiental. En tercero, están el uso de materiales alternos al clinker con el fin de reducir la proporción de éste en la producción del cemento y así reducir las emisiones de dióxido de carbono derivadas de su elaboración. Por último, el uso de combustibles alternos haciendo énfasis en que es para la reutilización de residuos.

El cambio en la interpretación del principio de eco-eficiencia también se aprecia en la definición adoptada por la empresa:

Son los esfuerzos para optimizar la eficiencia energética y uso de materia prima para producir un beneficio económico y ecológico derivando en una reducción del impacto ambiental. (Cemex, 2003a: 12; traducción propia).

Por una parte, se denota que el eje es la optimización de recursos para producir un beneficio económico acompañado de la reducción de impactos ambientales. Por otra, se observa que en la primera definición de eco-eficiencia se hacía alusión al desarrollo integral de los recursos humanos, en tanto que dicho tema ya no aparece en la definición utilizada en el reporte EHS de 2002; si bien, la empresa siguió instrumentando programas en materia de seguridad y salud (laboral).

En cuanto al enfoque utilizado por la empresa, se observa que durante la primera etapa se sentaron las bases para la implementación de un proceso bajo un esquema de *producción limpia* (Glavič y Lukman, 2007). Antes, cabe recordar que

en el caso de México no existían programas de verificación ambiental antes de 1997 y que la norma mexicana que regula los límites de emisiones a la atmósfera derivadas de la fabricación de cemento se expidió en 2002.

Prosiguiendo con el enfoque utilizado por la empresa, como se observó en la definición de eco-eficiencia de Cemex, sus primeras acciones estuvieron encaminadas a emplear tecnología de punta, así como, a la utilización de equipos y sistemas más eficientes para proteger a las personas, instalaciones y medio ambiente (tabla 3.1).

**Tabla 3.1**  
**Comparación entre las acciones de los programas de eco-eficiencia de Cemex**

1994	2000
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Emplear tecnología de punta en sus procesos operativos.</li> <li>• Fomentar la conciencia ambiental, de salud y seguridad dentro de la empresa y la comunidad adoptando el principio “sólo se cuida lo que se conoce”.</li> <li>• Utilizar el equipo y sistemas más eficientes disponibles para proteger a las personas en la “comunidad” Cemex, las instalaciones y el medio ambiente.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desarrollar e implementar prácticas innovadoras en el proceso productivo y en el diseño de las nuevas pantas.</li> <li>• Emplear técnicas selectivas de minería y optimizar la explotación de las canteras.</li> <li>• Reciclaje y reutilización de materiales.</li> <li>• Usar materias primas alternativas –al clinker– como la escoria de alto horno y cenizas volantes.</li> <li>• Usar materiales cementantes naturales (puzolana).</li> <li>• Usar combustibles alternos para <b>la reutilización de residuos</b> (coque de petróleo, residuos de aceites y solventes usados, etc.).</li> </ul>

Fuente: elaboración propia con base en Cemex (1998a), *Environmental, Health & Safety Report (EHS) 1997*, Cemex, México, p. 2; Cemex (2001a), *EHS Report 2000*, Cemex, México, p.8; negritas y traducción propias.

En los hechos, lo anterior significa que las 15 plantas que Cemex operaba en México empleaban el proceso en seco para la producción del clinker, con respecto al total de sus plantas en 33 de las 39 que tenía en 1999 utilizaban el proceso en seco (Cemex, 2000b: 17, 23), lo cual implica mayor eficiencia térmica en comparación con el proceso húmedo. La eficiencia térmica se refleja en la disminución de emisiones de CO<sub>2</sub>; por ejemplo, Cemex señala que con la tecnología implementada en el proceso de producción en Torreón, México, se redujeron las emisiones de CO<sub>2</sub> en un 6% (Cemex, 1998a: 6). Al final de la etapa, se observa la orientación hacia la minimización de recursos –como la energía y agua-, la eco-eficiencia y la desmaterialización –al incorporar materiales alternativos al clinker (tabla 3.1), principios que según Glavič y Lukman (2007) son los componentes de la producción limpia.

Complementan al enfoque ambiental, los enfoques sociales y económicos adoptados por la empresa. Para el caso específico de México, están la adhesión de Cemex al programa industria limpia de la PROFEPA (en el cual fue la primera cementera en el país en lograr certificar sus plantas -las de Torreón, Barrientos y Guadalajara en 1997). Hacia el final de esta etapa, Cemex (2002a; 2003a) informa que como miembro del Consejo Mundial de Negocios para el Desarrollo Sustentable estaba participando en los trabajos de la Iniciativa del Cemento Sustentable (CSI, por sus siglas en inglés) y anuncia las áreas que incluirá la CSI. Dicha iniciativa representa la incorporación de la empresa a programas voluntarios pero a nivel internacional.

Las estrategias, en el sentido de Glavič y Lukman (2007), seguidas por Cemex fue la implementación de sistemas de gestión ambiental<sup>38</sup> bajo los criterios de la ISO 14001. En particular para el caso de México, la planta de Barrientos localizada en el Estado de México fue la primera en recibir la certificación ISO 14001 en 1997 (Cemex, 1998a: 3). Esta estrategia, en conjunto con los programas en materia de seguridad y salud (laboral) denotan al *cuidado responsable* (Glavič y Lukman,

---

<sup>38</sup> Cemex implementó el esquema de Eco-gestión y auditoría de la Unión Europea durante la segunda etapa.

2007) como el sistema sustentable seguido por Cemex para la consecución de la sustentabilidad. Además, adoptó como sub-sistema ambiental la ecología industrial, esto es utilizar los residuos de otras industrias –coque de petróleo de PEMEX, por ejemplo- como combustible en su proceso de producción; por tanto, se puede aducir que también se ha orientado hacia el consumo sustentable (siguiendo con la taxonomía de Glavič y Lukman, 2007).

Por último, para cerrar con la primera etapa de implementación de estrategias de administración con enfoque sustentable en Cemex, se examina la misión que adoptó la empresa. Se considera la misión de la empresa como la guía o eje de las políticas que implementa en las diversas áreas de su operación. Se encontraron dos misiones en sus reportes sobre finanzas y el EHS (tabla 3.2).

Ambas misiones coinciden en que la empresa busca ser eficiente y rentable. Por lo expuesto en las anteriores secciones, se deduce que por eficiente *debe entenderse* “eco-eficiente”. Es decir, la empresa pretende optimizar sus recursos de modo que se reduzcan sus impactos negativos en el medio ambiente y obtenga un beneficio económico. Sin embargo, en ambas misiones de facto no está expresada la incorporación del medio ambiente o de la sustentabilidad. En cuanto a las diferencias, en la misión del reporte financiero se hace hincapié en la creación de valor para los accionistas, empleados y otras partes interesadas. En el reporte EHS sólo se hace mención de la seguridad, y considerando el contexto en el cual se encuentra la misión, se refiere a las medidas de seguridad para realizar las actividades laborales.

Dejando de lado los aspectos técnicos que se han referido mediante las categorías de Glavič y Lukman (2007), las acciones implementadas por Cemex durante esta etapa definen un período en el cual la empresa desarrolló una *estrategia de prevención de la contaminación* (Hart, 1995). Se observa que las acciones se orientaron a la minimización de emisiones, eflujos y residuos, repercutiendo en menores costos debido a la mayor utilización de coque de petróleo (Cemex, 1998b: 38), el ahorro energético - por ejemplo, éste fue de casi 40 millones de dólares en 1998 (Cemex, 1999b: 29) - y el uso de combustibles

alternos que le han permitido reducir su consumo de combustóleo residual y gas natural – en México las tasas de sustitución han sido de hasta un 79% (Cemex, 2000b: 22) y en promedio del 24% para el período de 1992 a 2002 (Cemex, 2003b: 23-24).

**Tabla 3.2**  
**Cemex: misión**

Misión en el reporte ambiental, de salud y seguridad (EHS*)	Misión en el reporte anual (financiero)
“Ser la empresa multinacional de cemento más eficiente, rentable y <b>segura.</b> ”	“Satisfacer las necesidades globales de construcción de nuestros clientes y <b>crear valor para nuestros accionistas, empleados y otras partes interesadas</b> importantes convirtiéndose en la más eficiente y rentable empresa multinacional de cemento.”

Fuente: Cemex (1998a), *EHS Report 1997*, p. 3 ; Cemex (1998b), *Cemex 1997 Annual report*, p. 1. (negritas y traducción propia).

(\*) *Environmental, Health & Safety Report*

### *Segunda etapa: hacia un modelo de sustentabilidad. 2003 a 2011*

En la segunda etapa de implementación de estrategias de administración con enfoque sustentable de Cemex se aprecian cambios cualitativos. La reducción de emisiones ya no está orientada sólo por la optimización de recursos – eco-eficiencia - si no por la consecución de metas propuestas por la industria en su conjunto a través de la *Agenda* de la CSI. Se refuerzan los programas en las áreas ambiental y social, así como el involucramiento con las partes interesadas. La estrategia cambia de prevención de la contaminación a la *administración de productos* con miras a una estrategia de *desarrollo sustentable* (Hart, 1995). Y en el tránsito hacia un modelo de sustentabilidad, hay cambios en la estructura organizativa de la empresa, rasgo distintivo de esta etapa.

Cemex adoptó las metas de la industria del cemento: reducción en el consumo energético, incrementar el uso de combustibles alternos y de biomasa, disminuir la proporción de clinker a cemento y disminuir las emisiones de dióxido de carbono. Además de procurar la meta de cero accidentes de trabajo. Esta adopción de metas implicó la estandarización en la medición de emisiones y la publicación de éstas en los reportes anuales. Lo primero en estandarizarse fue la metodología para las mediciones de dióxido de carbono<sup>39</sup>. Al respecto, Cemex reporta la reducción de 8.5% en las emisiones de kg de CO<sub>2</sub> por tonelada métrica de cemento en el período de 1990-2002 (Cemex, 2004a: 22). La empresa acogió la meta de reducir sus emisiones de CO<sub>2</sub> en un 25% para el 2015, teniendo como base la medición de 1990, que fue de 803 kg de CO<sub>2</sub> por tonelada métrica de cemento producido (Cemex, 2006a: 7). Es decir, tiene la meta de emitir 602 kg de CO<sub>2</sub> por tonelada métrica de cemento producido en el 2015. La empresa ha publicado anualmente sus emisiones de CO<sub>2</sub> a partir del informe de 2004.

Después se implementó el monitoreo y reporte de otros contaminantes<sup>40</sup>, tales como las partículas suspendidas (PM), óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>) y de sulfuro (SO<sub>x</sub>), los compuestos orgánicos volátiles (VOC, por sus siglas en ingles), las dioxinas y furanos (compuestos orgánicos persistentes, POP, por sus siglas en ingles), entre otros. Cemex inicia el reporte de este tipo de sustancias en 2005.

Sin embargo, el programa de combustibles alternos recibe mayor visibilidad. Cemex presenta los diversos programas que lleva a cabo por país, así como los tipos de combustibles alternos y de biomasa que emplea (Cemex, 2004a: 20-21). De igual forma, hace hincapié en el uso de materiales alternativos al clinker.

Cemex desarrolló diversos programas ambientales y sociales durante el período de 1994-2002; sin embargo, se hizo énfasis en éstos y en los grupos de interés involucrados a partir de 2003. Dejan de presentarse dichos programas como

---

<sup>39</sup> La primera versión del protocolo de medición de emisiones de CO<sub>2</sub> se publicó en 2001, a la fecha se han hecho dos revisiones de esa metodología y en consecuencia se han publicado versiones revisadas del protocolo en 2005 y 2011 (CSI, CO2-2011).

<sup>40</sup> Al respecto, la CSI emitió la primera guía de monitoreo y reporte de emisiones en 2005 y una revisión de la misma en 2011(CSI, emisiones-2005; emisiones-2011).

actividades aisladas, si bien complementarias, y adquieren posición como parte integral de un programa de desarrollo sustentable. Con respecto a las actividades ambientales – además del monitoreo y reporte de emisiones -, Cemex lista un total de 31 programas de los cuales 11 se llevaban a cabo en México (Cemex, 2004a: 23). Dichos programas se han orientado principalmente a la reforestación, educación ambiental y conservación de áreas naturales.

En el área social, las acciones de Cemex tienen como base el programa de salud y seguridad de sus empleados, mismo había implementado desde el período anterior. Lo complementan un conjunto de programas de apoyo educativo orientados a sus trabajadores; por ejemplo, el otorgamiento de becas para realizar estudios de posgrado en el extranjero a empleados que hayan mostrado alto desempeño y estén dispuestos a relocalizarse internacionalmente (Cemex, 2004a: 26). Y otros programas dirigidos a grupos fuera de la empresa, no necesariamente limitados a las comunidades aledañas a las plantas de cemento. Por ejemplo, en México ha instrumentado los programas “Patrimonio hoy” de apoyo a la auto-construcción; “Piso firme” en conjunto con el gobierno federal, que consistió proveer de pisos hechos con concreto antibacterial en hogares pobres; “Construmex” programa de transferencia de dinero de Estados Unidos a México a través de sus distribuidores (Cemex, 2004a:27). También ha apoyado en la pavimentación y construcciones de aulas en comunidades de otros países.

En el cambio de la estrategia de prevención de la contaminación a la de administración de productos, el elemento central es la *integración de las partes interesadas* (Hart, 1995). Este elemento se aprecia de dos maneras para el caso de Cemex: en el énfasis que hace de los grupos de interés y en los cambios en su estructura organizacional. En primer lugar, ¿quiénes son los *stakeholders* para Cemex? Desde la misión de la empresa expresada en su reporte financiero de 1997 ya se hacía mención de quiénes eran estos: accionistas, empleados y otras partes interesadas (ver tabla 3.2). Durante esta etapa, Cemex señala como sus grupos de interés a empleados, clientes, inversionistas, proveedores, comunidades y gobiernos (Cemex, 2004a: 13). Posteriormente, incluye a los

reguladores en un mismo grupo junto con el gobierno (Cemex, 2005a: 11), así como la colaboración con organizaciones globales (Cemex, 2006a: 4). Finalmente, la empresa define a sus *stakeholders* como aquella gente y grupos que influyen en su negocio o que son afectados por sus actividades: accionistas, clientes, distribuidores, proveedores, empleados y sus familias, los gobiernos y los reguladores, organizaciones de la sociedad civil y las comunidades cercanas a sus instalaciones (Cemex, 2006a: 10). La importancia de las relaciones con los diversos grupos de interés en su estrategia queda manifiesta al declarar que su éxito a largo plazo depende de su interacción con las partes interesadas clave (definidas por la propia empresa):

Estamos haciendo grandes esfuerzos para cumplir, y si es posible superar, las expectativas **razonables** de las partes interesadas y desarrollar relaciones positivas basadas en la confianza y el entendimiento mutuo. (Cemex, 2008a: 2; negritas y traducción propias).

La empresa reagrupó sus partes interesadas en grupos principales, de acuerdo con la cercanía a ella (Cemex, 2008a: 3):

- Su gente: empleados, contratistas, y sus respectivas familias.
- Comunidades: vecinos cercanos a sus operaciones, incluyendo gobiernos locales y organismos no gubernamentales (ONG).
- Socios comerciales: clientes, distribuidores, proveedores e inversionistas.
- Sociedad: ONG nacionales e internacionales, gobiernos nacionales y reguladores, universidades y medios de comunicación.

Cabe destacar que la categoría de accionistas no es nombrada expresamente por la empresa como un grupo, sino que están incluidos dentro de los socios comerciales asumiendo que están junto con los inversionistas.

A la postre, Cemex (2009a: 8) redefine a sus grupos. Los contratistas pasan al grupo de socios comerciales. A las comunidades las denomina “nuestros vecinos”. Y al grupo llamado sociedad lo renombra “nuestro mundo” para incluir al medio ambiente en él.

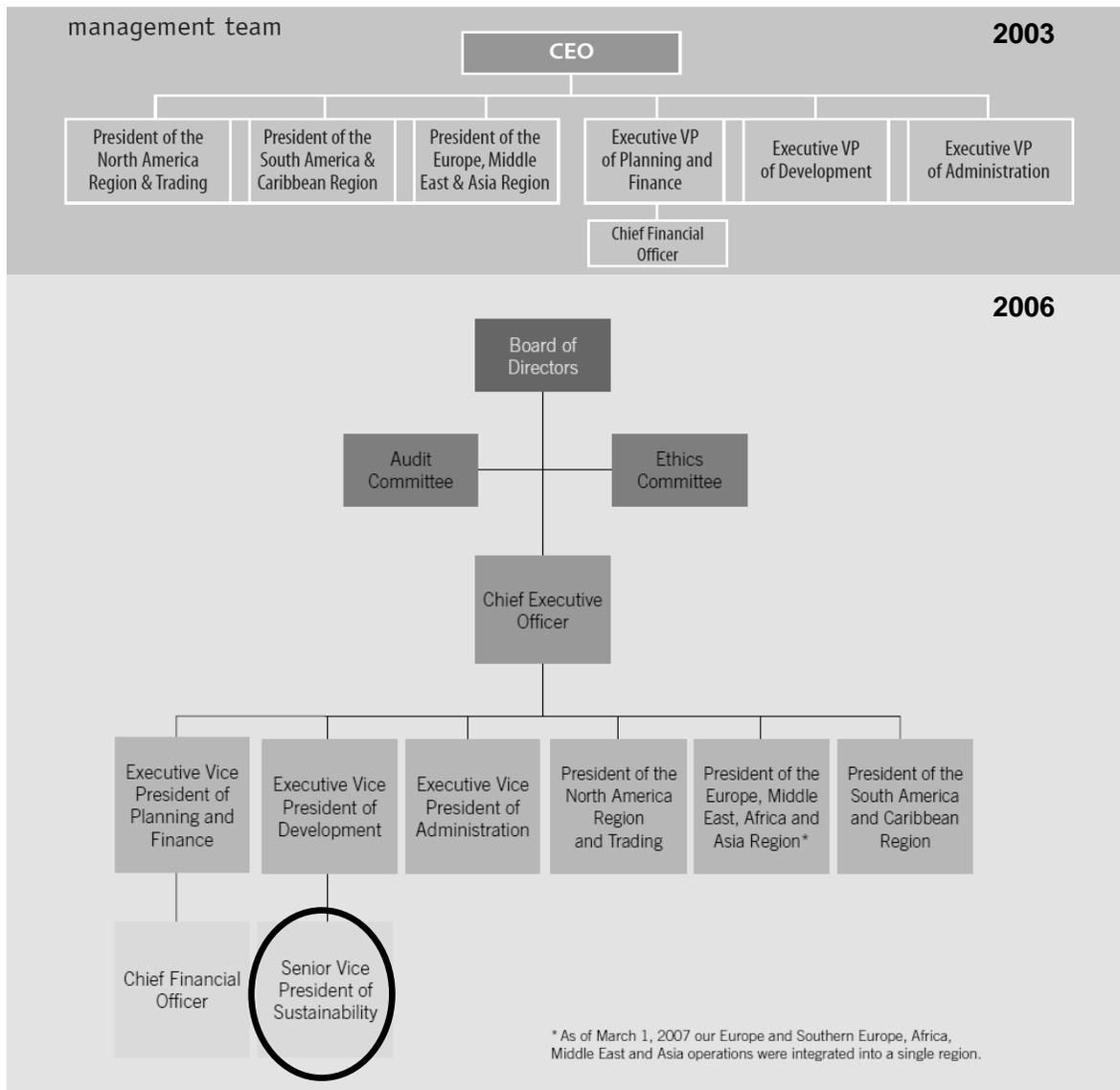
El sentido de agrupar a las distintas partes interesadas se debe a que la empresa empieza a rendir sus informes en dos vertientes: por el avance en las metas de la CSI y por aquellos programas e indicadores relacionados con los grupos de interés (Cemex, 2009a: 4-5; 2010c: 47-52; 2011b: 74-79; 2012a:48-52).

En segundo lugar, se observa que la administración de las relaciones con los grupos de interés ha ido más allá de describir situaciones con dichos grupos, su administración ha permeado a toda la organización (Donaldson y Preston, 1995). En la primera etapa, Cemex hacía mención de algunos *stakeholders* y tenía programas dirigidos a éstos, en particular a los empleados –además de los inversionistas-. Durante la segunda etapa se han intensificado las interacciones con un grupo más amplio.

Además de que la empresa ha procurado atender “*las expectativas razonables*” (Cemex, 2008b: 2) de los grupos de interés que consideran pertinentes – su gente, vecinos, socios comerciales y su mundo-; también ha ocurrido un cambio en su estructura organizativa. La temática de la sustentabilidad no figuraba de modo explícito en la estructura de la organización. Hasta que, dependiente del vicepresidente de desarrollo aparece la figura de vice-presidente de sustentabilidad en 2006 (figura 3.1); esta posición sería sustituida por un comité de sustentabilidad y un grupo de coordinadores regionales de sustentabilidad, además de otros equipos en 2010 (figura 3.2). Esto último denota que no es posible concentrar en una figura lo relativo a la sustentabilidad sino que se requiere de un equipo de trabajo. Los cambios en la estructura organizacional fueron acompañados con la introducción del modelo de sustentabilidad de Cemex.

Los últimos años de la segunda etapa se caracterizan por el tránsito entre estrategias: de la administración de productos al desarrollo sustentable. Hart (1995) señala que el componente clave de la estrategia de desarrollo sustentable es la visión compartida. Se observa que la empresa ha trabajado en crear una visión compartida en su integración con las partes interesadas cuando afirma que su éxito a largo plazo depende de su interacción con dichos grupos (Cemex, 2008b: 2).

**Figura 3.1**  
**Ubicación de la temática de la sustentabilidad**  
**en la estructura organizativa de Cemex: 2003 y 2006**

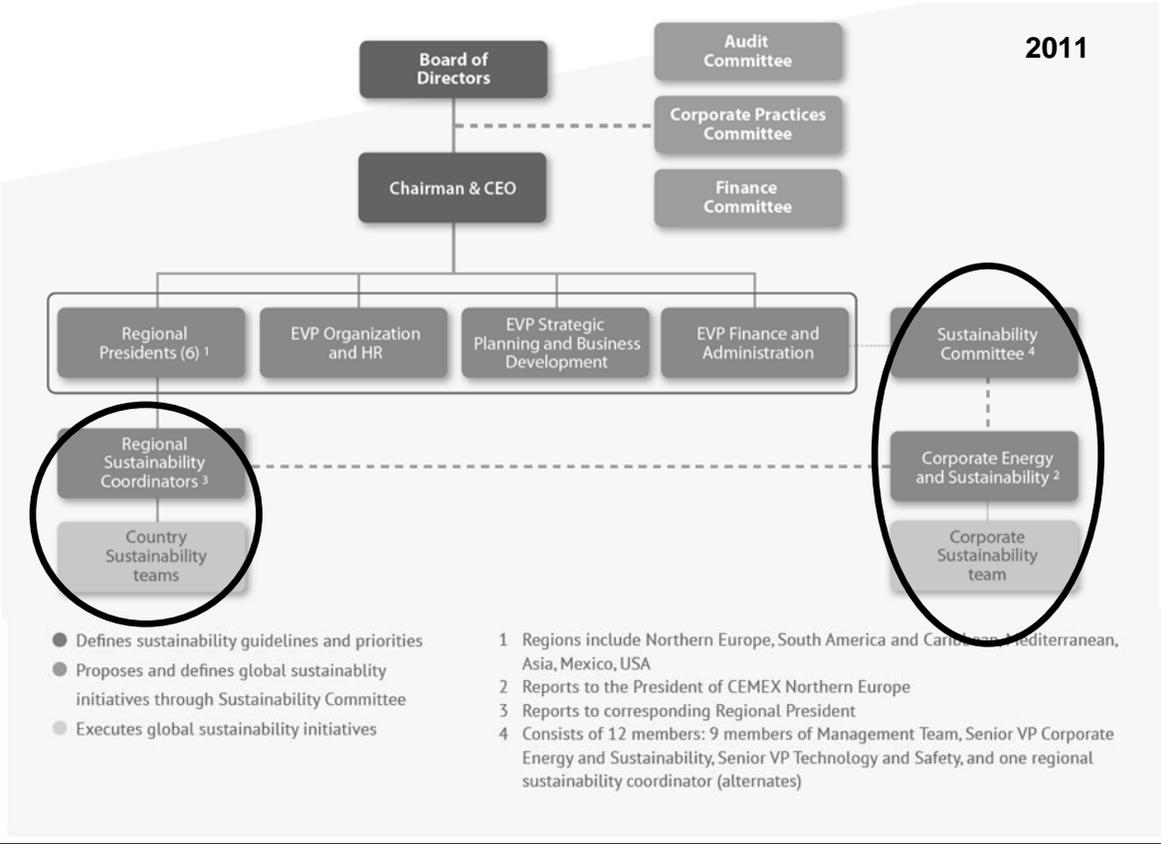


Fuente: Cemex (2004a), *EHS Report 2003*, Cemex, México, p. 11; Cemex (2006a), *Sustainable Development Report 2006*, Cemex, México, p. 6.

Al respecto, Cemex en su código de ética incluye los temas de relaciones con las partes interesadas y responsabilidad ambiental, además, la evaluación del desempeño de los altos ejecutivos también se considera en dichos tópicos (Cemex, 2007a: 6-7). Es decir, la empresa ha buscado que permee su visión de sustentabilidad desde la base a través del código de ética y desde arriba mediante

la evaluación al desempeño de sus ejecutivos. A su vez, Cemex ha trabajado en la construcción de un modelo de sustentabilidad que defina su estrategia.

**Figura 3.2**  
**Sustentabilidad y estructura organizativa de Cemex: 2011**



Fuente: Cemex (2012a), *Sustainable Development Report 2011*, Cemex, México, p. 44.

Las acciones concernientes al medio ambiente, salud y seguridad - que había implementado Cemex en la primera etapa - se englobaron junto con aquellas referidas al bienestar y asuntos relacionados con la comunidad bajo el “sistema de gestión de la sustentabilidad” (Cemex, 2006a: 3). Los objetivos del sistema al interior de la empresa fueron estandarizar y documentar las acciones en materia de sustentabilidad que se realizaban en todas las filiales, así como, centrar la atención en la mitigación de riesgos –laborales, ambientales, además de los activos- (Cemex, 2007a: 8).

Cemex señala que la administración de riesgos ha sido una tarea permanente para la empresa; al respecto, durante la primera etapa se destacan las medidas preventivas con respecto a la seguridad laboral y la formación de un departamento de administración de riesgos (Cemex, 2000a: 4); por otra parte, Cemex ha trabajado desde 1997 con la aseguradora *FM Global* para el diseño de sus planes de prevención (Cemex, 2005a: 15) en los que se pretende proteger a la empresa, activos, empleados y vecinos<sup>41</sup>; considerando los riesgos ambientales, de salud y seguridad –llamados “sociales” en el reporte 2006- (Cemex, 2007a: 7; 2009a: 7).

Para la especificación del modelo de sustentabilidad de Cemex transcurrieron cinco años después de la implementación del sistema de gestión de la sustentabilidad. El modelo está basado en siete prioridades agrupadas en tres objetivos (Cemex, 2011b: 14):

- Mejorar la creación de valor
  - Encabezar la construcción sustentable
  - Vivienda orientada a sectores de bajos recursos e infraestructura
- Gestión de la huella de carbono:
  - Mejora de la estrategia de carbono
  - Excelencia en gestión ambiental y biodiversidad
- Involucrar a los grupos de interés:
  - Alta prioridad en salud y seguridad<sup>42</sup>
  - Fortalecer a las comunidades locales
  - Asociación con las partes interesadas claves

Se observa que al igual que ocurrió con el programa de eco-eficiencia, la adopción de la sustentabilidad en las operaciones de la empresa es un proceso

---

<sup>41</sup> Para tal fin, la empresa ha elaborado manuales de administración de riesgos que se encuentran disponibles para sus empleados a través de la intranet, además, en conjunto con la *FM Global* realiza visitas de inspección en sus plantas para detectar los puntos vulnerables e implementar los procedimientos que consideren adecuados. (Cemex, 2007: 7-8). De lo expresado por la empresa, se infiere que ésta pretende proteger a sus “vecinos” mediante un manejo adecuado de los riesgos al interior de sus instalaciones, no especifica planes particulares para el manejo de riesgos que atañen directamente a las comunidades.

<sup>42</sup> Se refiere al fortalecimiento de los planes pre-existentes en materia de seguridad y salud para trabajadores, contratistas y partes terceras. Consiste en la implementación de nuevos estándares, la ampliación del rendimiento de cuentas, mayor capacitación e información, así como la adopción de un nuevo Sistema de Gestión de Seguridad y Salud cuya responsabilidad y supervisión involucra desde el equipo directivo de Cemex y el Consejo de Administración bajando por los líderes de las unidades de negocio e involucrando al Comité de Sustentabilidad de la compañía (Cemex, 2011b: 47-48).

permanente. La empresa anunció que introduciría un nuevo sistema de gestión ambiental, destacando tres elementos: la consideración de múltiples grupos de interés, la compatibilidad entre estándares de la ISO 14001 y de la EMAS, y la utilización de herramientas para administrar el riesgo ambiental a través de toda su estructura de negocio (Cemex, 2011b: 25).

¿Es Cemex sustentable? La empresa ha implementado procesos que le permitan ser eficiente y rentable, dichos procesos han tenido impactos benéficos en el medio ambiente. También ha ampliado sus relaciones con grupos al exterior de la empresa. Y estos cambios se han reflejado en su estructura organizativa. Sin embargo, la sustentabilidad no se refiere exclusivamente a aspectos ambientales complementados con acciones sociales. La sustentabilidad concierne también a tópicos económicos y como se analizó en el capítulo precedente, la estrategia de expansión de la empresa la colocó en una situación vulnerable que contribuyó a que la empresa no sorteara con éxito los embates de la crisis económica y financiera de 2007. De hecho, algunos analistas llegaron a considerar que Cemex estuvo al borde de la quiebra (Thomson, 2012). La experiencia de Cemex sirve para remarcar que la sustentabilidad es la convergencia de los objetivos económicos, sociales y ambientales, la ausencia de resultados en alguno de ellos desequilibra a los otros. Así como la producción sucia perjudica la salud de las comunidades, el realizar cortes de personal o cerrar una planta también incide de manera negativa en ellas.

### 3.3.2 Holcim: el rompecabezas incompleto

En el caso de Holcim la publicación de sus reportes de sustentabilidad inició en 2002. Tiene informes anuales que datan de 1999 en los cuales se incluyen algunos hechos relacionados con el medio ambiente e incluso aparece el concepto de sustentabilidad en el reporte de 2001; sin embargo, la información se refiere a algunos reconocimientos obtenidos o programas instrumentados. Y a partir del informe de 2008, lo que está publicado en su sitio de internet son las páginas que forman parte del reporte anual y que se refieren al tema de la sustentabilidad. No

se puede reconstruir la historia de la implementación de sus estrategias de administración con enfoque sustentable tal como ocurrió en el caso de Cemex.

#### *Aspectos técnicos de la estrategia de sustentabilidad de Holcim*

Holcim declara seguir los principios ambientales de reusar y reciclar y de desmaterialización (reducción del porcentaje de clinker en la producción de cemento), asimismo, los principios económicos y sociales de eco-eficiencia y de reportar a las partes interesadas (Holcim, 2003:17, 20).

Se denota la utilización de dos enfoques ambientales: el control de la contaminación y la producción limpia. Por una parte, el monitoreo y reporte de sus emisiones tanto de CO<sub>2</sub> como de otros contaminantes – PM, NO<sub>x</sub> y SO<sub>x</sub> (Holcim, 2003: 25). Así mismo, el llevar a cabo procesos de eco-eficiencia y desmaterialización. Por otra parte, la empresa también forma parte de las empresas cementeras suscritas a la CSI.

Entre las estrategias ambientales (Glavič y Lukman; 2007), se distingue la ecología industrial – que de hecho aparece como un área de su estructura organizativa–, en cuanto a las económicas y sociales, ha adoptado sistemas de gestión ambiental, entre ellos el ISO 14001. La empresa se ha orientado hacia los sistemas sustentables de cuidado responsable y consumo sustentable.

Para terminar con la parte técnica, está la revisión de su misión como una expresión de la política que guía a Holcim: “*ser la empresa más respetada y atractiva del mundo [de la] industria- creando valor para todos [los] grupos de interés*” (Holcim, 2003: 5). Coincide con Cemex en no incluir al medio ambiente o a la temática de la sustentabilidad y en considerar a los grupos de interés en la creación de valor.

De esta revisión, las diferencias más significativas con Cemex son que en Holcim inicia antes el reporte de contaminantes distintos al CO<sub>2</sub> y que eco-eficiencia lo refieren a hacer más con menos (Holcim, 2003: 40).

### *Sobre la estrategia de sustentabilidad de Holcim*

Holcim maneja una estrategia de *desarrollo sustentable* (Hart, 1995). Comparando entre la estructura de los reportes de Cemex (2003a) y Holcim (2003), se observa en el informe de esta última una idea más clara y madura de su estrategia de sustentabilidad, así como, del reporte de los logros. En la estructura de la organización ya estaba el área de desempeño ambiental sustentable (comité) – además, de ecología industrial (grupo de soporte)- desde el informe de 2002. Siendo que en Cemex aparece una figura similar hasta el 2006.

En los objetivos de la empresa estaba demostrar su compromiso de desempeño ambiental sustentable y visibilidad de su participación social responsable –en su esfera de actuación-, así como, mantener un dialogo activo con gobiernos, organizaciones internacionales y ONG (Holcim, 2003: 5). En el primer objetivo está otra diferencia, en Holcim se hace énfasis en el desempeño ambiental sustentable en tanto que en Cemex simplemente se hace referencia a la sustentabilidad.

La estrategia de sustentabilidad de Holcim se basó en cuatro áreas: gobernanza corporativa, desempeño ambiental, desempeño social y relaciones con los grupos de interés. El primer punto se refiere al desarrollo y publicación de su código de conducta. En el desempeño ambiental se incluyen los tópicos de sistemas de gestión ambiental, CO<sub>2</sub> y utilización de combustibles y materias primas e impactos ambientales. El desempeño social considera la adopción del enfoque de responsabilidad social, prácticas de contratación y planes –y reportes- sobre cuestiones de salud y seguridad laboral. Por último, en las relaciones con los *stakeholders* las remiten a la emisión regular de reportes sobre desarrollo sustentable –objetivos y desempeño- (Holcim, 2004: 3).

Sin embargo, no hay continuidad en los reportes de Holcim. Se tienen reportes con la estructura antes mencionada para los años 2002 y 2003, 2005 y 2007 –no hay reporte 2004-. Para el resto de los años del período 2002-2011, se informa de

los avances en desarrollo sustentable en dos sentidos: compromiso ambiental y responsabilidad social y recursos humanos. Holcim (2007: 35) anunció que publicó sus indicadores de acuerdo con el *General Reporting Initiative* (GRI) en 2006 –información que no aparece en el reporte. En contraste, Cemex ha procurado mantener sus reportes como parte de su comunicación con sus grupos de interés –en algunos ha integrado los índices del GRI o bien los ha publicado aparte sin dejar de emitir su informe de sustentabilidad-.

¿Es más sustentable Holcim? La empresa está cumpliendo con los compromisos contraídos en la CSI, monitoreo y reporte de emisiones, metas de seguridad laboral y programas con las comunidades, etc. En el área económica, si bien la empresa resintió los efectos de la crisis económica y financiera de 2007 y también tuvo que reducir el personal ocupado como consecuencia de la caída de la demanda de cemento, su rentabilidad se ha mantenido en cifras positivas y al cierre de 2012 mostraba un repunte. En ese sentido, la empresa se encuentra en una mejor posición que Cemex; sin embargo, al igual que ésta, muestra que la sustentabilidad concierne a las áreas, económica, social y ambiental. Por último, hay que destacar que en los informes no se apreció cuál fue el trato que dio la empresa al caso del problema de su filial Ecoltec con la comunidad de Apaxco. Esto último y la falta de continuidad de sus informes de sustentabilidad son ejemplo de una política de comunicación con sus partes interesadas que difiere de la Cemex y de Lafarge como se verá a continuación.

### 3.3.3 Lafarge: con el dedo en la llaga

Las estrategias en materia ambiental implementadas por Lafarge no difieren de las realizadas por sus competidoras. La empresa reporta los resultados del monitoreo de CO<sub>2</sub> y otros contaminantes de manera amplia en sus reportes, los cuales son públicos desde el 2002. Así mismo se observa que la gestión ambiental fue ampliando los aspectos que cubría, y que al transcurrir del tiempo, las estrategias se fueron conformando en un sistema integral. En ese transcurso, como en los

casos anteriores, se llevó a cabo la creación de un Comité de sustentabilidad en el 2002 (Lafarge, 2004).

Lafarge (2003) expresa que los pilares de su programa de sustentabilidad son la apertura, el dialogo y la creación de asociaciones, la creación del valor económico, las mejoras sociales y la protección al medio ambiente. Estos ejes se reflejan en las asociaciones que ha hecho la empresa con diversos grupos, entre los que destacan su colaboraciones con el *World Wildlife Fund* (WWF), en las campañas orientadas a abatir el HIV/AIDS y con el programa *Habitat for Humanity* de las Naciones Unidas. Así mismo, es de notar que cuando se ha presentado alguna controversia, por ejemplo con las comunidades, la empresa lo manifiesta en sus informes, describiendo cómo se resolvió o qué aprendió de lo sucedido<sup>43</sup>. Lo que representa un rasgo distintivo de la empresa; otro, es el modo en que describe la distribución del valor económico generado por le empresa entre sus grupos de interés, ambos rasgos no están presentes en los casos de Cemex y Holcim de la manera que los trata Lafarge.

### *La distribución del valor económico*

Lafarge muestra cómo se distribuyen los flujos financieros que genera la empresa entre sus distintos *stakeholders*, con ello, la empresa pretende ilustrar los resultados de su desempeño económico.<sup>44</sup> Por ejemplo, del total de ingresos generados a través de sus clientes (es decir, ventas) en el año 2003, el 17.9% correspondió al pago de salarios de sus trabajadores, el 0.08% se destinaron a contribuciones a asociaciones caritativas, el 3.4% se destinaron a las autoridades estatales y locales a través del pago de impuestos, así mismo, el 2.9% fue para el pago de dividendos de sus accionistas, el 3.6% al pago de intereses a

---

<sup>43</sup> Por ejemplo, presenta los casos de Britania, Francia y Meghalaya, India en su informe 2007 (Lafarge, 2008: 27). También hay que señalar que Lafarge, al igual que Holcim, hace alusión a los índices de sustentabilidad en los que participa: FTSE4GOOD World/EIRIS, Europe/EIRIS; DJSI World/SAM, DJSI STOXX/SAM; ESI/ETHIBEL; ASPI/VIGEO, exceptuando el último, son los mismos en que está Holcim. En contraste Cemex no figura en ellos. (Lafarge, 2005: 28).

<sup>44</sup> Análisis similares también están presentes en los informes de sustentabilidad tanto de Cemex como Holcim (por ejemplo Cemex (2010: 40); Holcim (2008: 10)).

instituciones bancarias y el 61.2% al pago de proveedores (compras; destaca que de éste el 26% corresponde a materia prima y energía y el 21% al transporte y logística). A la vez, la empresa señala que del total de los ingresos se destina entre el 11% y 12% al fondo de re-inversión de la empresa, al cual se suman las nuevas emisiones de capital y transferencias. Para el ejemplo referido, dicho fondo (considerando los renglones adicionales) representó el 27.3% de las ventas. Los recursos de re-inversión se destinaron a la adquisición de acciones (10.2%), al pago de la deuda (66.6%) y a inversiones industriales (23.1%). Ahora bien, omitiendo que el fondo tiene recursos adicionales, la adquisición de acciones equivale al 2.8% de los ingresos por ventas, el pago de la deuda el 18.2% y la inversión industrial el 6.3%. (Estimaciones propias; Lafarge, 2004: 8). De lo anterior se puede observar que se destina casi el 80% de los ingresos generados por las ventas al pago de los factores de producción. Es de notar el monto de recursos que la empresa destina al pago de su deuda. Relacionado con esto, el hecho de que la empresa ha tenido que recurrir a nuevas emisiones de capital para complementar los fondos destinados a la re-inversión. Del mismo modo, que la empresa realiza operaciones de compra de acciones. Lo anterior, aunado al pago de dividendos e intereses, deja ver la influencia de los mercados financieros en la operación de la empresa.

Lafarge dejó de presentar el diagrama de distribución de los flujos financieros con el formato que se ha descrito. El informe de 2005 fue el último con dicha estructura; en éste, del total de ingresos generados por las ventas (clientes) el 18.1% se destinó al pago de salarios de los trabajadores, el 0.07% a contribuciones de caridad, el 3.3% al pago de impuestos, 3.4% al pago de dividendos, el 2.8% para cubrir costos financieros, el 61.8% correspondió a compras y el 8.4% se destinó al fondo de re-inversión. El monto total del fondo fue equivalente al 11.8% de las ventas y se destinó el 19.8% del mismo a la adquisición de acciones, el 2.9% al pago de deuda y el 77.3% a la inversión industrial. Cabe señalar que para complementar el fondo se requirió de la emisión de capital por un equivalente al 2.4% de las ventas, además de transferencias. Dejando de lado que el fondo está compuesto también por los rubros anteriores, la

adquisición de acciones fue proporcional al 2.3% de los ingresos por ventas, el pago de la deuda al 0.34% y la inversión industrial al 9.1%. ¿Qué cambios se observan entre la distribución de 2003 y 2005? En primer lugar, aunque las variaciones entre ambas estructuras son pequeñas, se observa mayor participación de salarios, dividendos y compras, con detrimento en los demás aspectos, entre ellos el fondo de reinversión. En segundo, hay un cambio notable en la distribución del fondo: el pago de la deuda deja de ser el renglón principal y los recursos se orientan a la inversión productiva. Cabe mencionar que a pesar de que en la composición de 2005 la adquisición de acciones significó el 19.8% de los fondos empleados, éstos sólo correspondieron al 2.3% de las ventas, proporción que fue menor a la destinada en 2003. (Estimaciones propias; Lafarge, 2006: 35).

Ahora, sin hacer énfasis en las partes como grupos, Lafarge presenta quiénes se benefician de sus operaciones. Rescatando las categorías utilizadas por la empresa en los anteriores informes, la situación en 2011 fue la siguiente: de los recursos provenientes de las ventas (clientes), el 16% correspondió al pago de los trabajadores, el 6.5% al pago de los prestamistas, el 0.13% en inversiones en la comunidad, el 3.17% al pago de impuestos y el 3.18% a los inversionistas como pago por proveer capital. (Lafarge, 2012: 13). En la presentación que hace la empresa se pierden detalles, como la diferenciación entre el pago de deuda e intereses o el uso que se hizo al fondo de re-inversión.

Continuando con el aspecto de la creación del valor económico y la relación de éste con las partes interesadas, Lafarge ha implementado programas de participación de ganancias o propiedad de acciones entre sus empleados. El propósito es que los trabajadores sean partícipes del capital de la empresa. Lafarge empezó a instrumentar este tipo de planes en 1961 (Lafarge, 2007: 28). Según la empresa, estaban inscritos el 43% de los empleados en el 2003 (Lafarge, 2005: 14), cifra que se elevó al 48.8% de empleados suscritos en el programa *Lafarge En Action* 2005 (LEA), lo cual significaba que aproximadamente 42 000 de los 71 000 empleados de la empresa estaban inscritos. Cada trabajador poseía de 26 a 27 acciones, que en conjunto representaba el 1.4% del capital

social y el 2.88% de los derechos de voto. (Lafarge, 2006: 32; 2007: 28). En la convocatoria LEA 2009 la participación de los trabajadores en dicho programa se elevó al 53%, destacando la participación de los trabajadores de Rumanía con una tasa de absorción del 88%, los empleados de Brasil, Zambia y Malasia tuvieron tasas del 90% y los de Egipto del 80% (Lafarge, 2010: 21). Sin embargo, la participación disminuyó, siendo del 44% en el LEA 2011; programa en el que destacaron las suscripciones de los trabajadores de Ecuador con el 80% de participación, Rumania y Camerún con un 90% y los empleados de Zimbabue con más del 90% (Lafarge, 2012: 28).

Otro aspecto que resalta Lafarge en sus informes es lo concerniente a los salarios que paga a sus empleados. La empresa anunció que colaboraría con la *International Federation of Building and Wood Workers* (IFBWW) con el propósito de realizar un estudio comparativo de salarios mínimos. En informes posteriores, Lafarge inició la presentación regular de comparaciones en las que resalta que la empresa paga salarios por encima del promedio del sector; por ejemplo, los salarios en China estuvieron por encima del promedio un 15%, en Ucrania el 75% y en Jordania el 213%, según cifras del 2006 y en Rusia fue el 11%, Brasil el 19% y en la India fue hasta 263% superior en el 2011 (Lafarge 2007: 28; 2012: 28).

Un rasgo adicional en los reportes de Lafarge es el manejo que hizo de las disminuciones del personal en los últimos años. Antes de tener que reducir el número de trabajadores, la empresa presentaba los nuevos empleos generados. Después de la crisis, la empresa no sólo hizo alusión de los empleos perdidos sino que informa que buscó implementar otras alternativas como fueron las jornadas de medio tiempo en Alemania, programas de retiro anticipado en España y transferencias temporales de los empleados en las plantas de Norte América (no especifica en qué parte), Francia y Reino Unido. Además, menciona que se ofreció asistencia a los empleados afectados a través de programas locales de empleo o bien de autoempleo. (Lafarge, 2010: 20; 2011: 18; 2012: 22).

¿Es más sustentable Lafarge? Por una parte, la empresa informa que ha avanzado en los compromisos asumidos en la CSI, que colabora con diversos

grupos en programas sociales y ambientales. Por otra parte, Lafarge se presenta a sí misma, como una empresa incluyente, responsable con sus trabajadores y respalda su discurso con datos. En los informes se subraya la empatía de la empresa con sus trabajadores. Sería conveniente realizar un análisis para determinar el alcance o trascendencia del programa LEA tanto para los trabajadores como para Lafarge; sin embargo, lo anterior es suficiente para hacer un planteamiento: la distribución del ingreso inicia en la empresa.

Es claro, o debería serlo, que la rentabilidad es un requisito básico de la sustentabilidad económica de la empresa capitalista. Sin embargo, también debería ser evidente que existe una codependencia entre poseedores del capital y trabajadores, y que si bien son grupos *tradicionalmente* antagónicos, su codependencia es motivo para cooperar en el logro de los objetivos de la empresa y del mismo modo es razón para beneficiarse de los resultados. Este es uno de los retos de la administración, cómo aumentar la participación de los trabajadores del beneficio (y en las decisiones) de la empresa sin detrimento de la rentabilidad de ésta.

La codependencia de la empresa se extiende a otras relaciones como son las que se tienen con la comunidad y con la naturaleza. Por ello, la corresponsabilidad que tiene la empresa con dichos grupos y la responsabilidad que tiene con la naturaleza, no se tratan de ideas nuevas. La sustentabilidad implica conciliar los conflictos de interés que existen en la sociedad y para la conciliación se requiere de la cooperación de todos.

Este capítulo inició presentando la problemática básica de la industria del cemento en materia ambiental: es una industria que explota recursos naturales y en el proceso de transformación se genera dióxido de carbono, además del emitido por el uso de combustibles. Luego se revisó uno de los mecanismos de cooperación en pro de la sustentabilidad que ha impulsado el WBCSD, la afiliación a la iniciativa del cemento sustentable. A través de esta afiliación, las empresas han asumido compromisos como industria que se traducen en compromisos individuales. Se ha estudiado cómo han adoptado dichos compromisos Cemex,

Holcim y Lafarge, observándose que para las empresas ha implicado mayor involucramiento con los grupos de interés y que también ha propiciado cambios en la propia estructura organizativa de las empresas. El análisis deja advertir que los compromisos deben ir más allá de los aspectos ambientales, en los que si bien se procura al medio ambiente no dejan de significar un beneficio económico para las empresas (ejemplo, la disminución de costos al emplear combustibles alternos). El compromiso debe extenderse a aumentar la participación de los trabajadores en el beneficio económico generado por la empresa así como en las decisiones de la misma; superando el requerimiento mínimo que se debe alcanzar, un trabajo digno y bien remunerado.

El siguiente capítulo representa una transición entre el nivel macro y el micro, es decir es el puente entre las estrategias implementadas por las empresas y los efectos en las comunidades donde operan. Antes de estudiar los efectos locales, es necesario presentar qué mecanismos de cooperación instrumentan los gobiernos, ya sea por medio de la legislación o de programas voluntarios. En este caso se estudia lo que ha hecho el gobierno mexicano en la materia y que es pertinente para la investigación, así como el panorama de la industria del cemento en el país.

## **Capítulo IV**

### **Sustentabilidad y regulación ambiental de la industria del cemento en México**

---

La incorporación de la sustentabilidad en los temas de la agenda nacional ha corrido la misma suerte que la comprensión de dicho concepto en términos generales. Es decir, los temas relacionados con la sustentabilidad están sesgados hacia tópicos ambientales, el debate de éstos ha permeado lentamente en la sociedad y las estrategias gubernamentales que en principio fueron difusas y dispersas, recientemente toman forma de un modo definido e integral. En lo que concierne a la regulación ambiental de la industria del cemento, las acciones del tema están vinculadas con las problemáticas de la emisión de contaminantes tóxicos, como los compuestos orgánicos volátiles, y el cambio climático.

Antes de presentar lo que atañe a la regulación ambiental de la industria del cemento se describe, de modo sucinto, la evolución de la gestión ambiental implementada por el gobierno de México. Sin embargo, la sustentabilidad también concierne a aspectos económicos y sociales. Por ello, se incluye el panorama de la industria del cemento en el país considerando puntos como la producción de cemento, el comercio internacional del mismo, así como los niveles de personal ocupado por la industria. El objetivo del capítulo es describir los tópicos principales que atañen a la industria del cemento a nivel nacional, con énfasis en su regulación ambiental.

En un sentido amplio, la gestión ambiental es el conjunto de acciones tendientes a promover la sustentabilidad de las actividades sociales y económicas (Sánchez, 2011) en relación al medio ambiente. Estas acciones son implementadas en los diferentes niveles de organización social, bajo los lineamientos de la política ambiental implementada por los gobiernos y en concordancia con los acuerdos internacionales (SEMARNAT, 2006). La gestión ambiental gubernamental ha resultado ser una nueva función del gobierno dada la presión social y la necesidad de atender los problemas ambientales (SEMARNAT, 2006); si bien es el gobierno

quien emite las directrices de la política ambiental, es indispensable la participación de la sociedad.

#### 4.1 Sustentabilidad y gestión ambiental en México

A nivel global, la conciencia social sobre los problemas ambientales cobró ímpetu a lo largo de la década de 1960. La presión hacia los gobiernos se tradujo en normas que regularan a las actividades fuentes de emisiones contaminantes. En México, la incorporación de la esfera ambiental en las políticas públicas ha sido desarticulada, la primera ley que se promulgó en materia ambiental fue la Ley Federal para Prevenir y Controlar la Contaminación Ambiental en 1971, aunque se reconoce como antecedente indirecto al Art. 27 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos de 1917 en el cual se establecía que “*el dominio de las tierras y las aguas corresponde originariamente a la nación*” (SEMARNAT, 2006: 66-67).

Antes de la expedición de la Ley Federal para Prevenir y Controlar la Contaminación Ambiental de 1971, la gestión de los recursos naturales era sectorizada. Luego, con la promulgación de esta Ley surge la gestión ambiental de modo fragmentado, la problemática ambiental era concebida como un problema de salud pública y no como una problemática que requiere el involucramiento de toda la sociedad con alcance tanto en la esfera social como económica, además de la ambiental. En la década de 1980 se introdujeron cambios con la intención de integrar una visión sistémica de la gestión ambiental, en 1985 se creó la Comisión Nacional de Ecología, en 1987 se realizaron reformas constitucionales que atribuyeron al Estado responsabilidades sobre la protección al ambiente y sobre la preservación y restauración del equilibrio ecológico, siendo esta modificación el antecedente que permitió la expedición de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA) en 1988 (SEMARNAT, 2006).

Durante la década de 1990 se siguió trabajando en la integralidad de la gestión ambiental. En 1994 se creó la SEMARNAT con el propósito de coordinar la administración y fomentar el aprovechamiento de los recursos naturales, así como, proteger al ambiente. La gestión ambiental, en la primera década del siglo XXI se ha caracterizado por incorporar la transversalidad en las políticas públicas, así el Plan Nacional de Desarrollo 2001-2006 establecía la sustentabilidad como uno de sus ejes principales (SEMARNAT, 2006). En tanto que el Plan Nacional de Desarrollo 2007-2012, en el Eje 4 especifica que:

La sustentabilidad ambiental se refiere a la administración eficiente y racional de los recursos naturales, de manera tal que sea posible mejorar el bienestar de la población actual sin comprometer la calidad de vida de las generaciones futuras [...] México está aún a tiempo de poner en práctica las medidas necesarias para que todos los proyectos, particularmente los de infraestructura y los del sector productivo, sean compatibles con la protección del ambiente (Gobierno de los Estados Unidos Mexicanos, 2007: 234).

Con este fin, se incorporó a la SEMARNAT en los gabinetes del Poder Ejecutivo. Sin embargo, para que las tareas de la SEMARNAT se realicen con mayor eficacia y eficiencia “*se requiere de la descentralización de funciones y atribuciones a las delegaciones federales, así como a los gobiernos locales, lo cual implica fortalecer la coordinación y concurrencia entre los tres órdenes de gobierno*” (SEMARNAT, 2006: 70).

Los cambios en la sociedad se observan en el largo plazo, tomar conciencia de los problemas ambientales va acompañado de una educación ambiental, tanto de dirigentes como de ciudadanos comunes. Dejar de concebir las soluciones a la problemática ambiental como una serie de disposiciones que emergen de arriba hacia abajo y dar lugar a los movimientos de abajo hacia arriba, con el consiguiente reparto de poder, implica también un cambio importante.

Actualmente, nuestra Constitución contempla explícitamente disposiciones legales en materia ambiental. En el Art. 4º se establece que “[*t]oda persona tiene derecho a un medio ambiente adecuado para su desarrollo y bienestar*” (Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión, 2011 [1917]: 6), así mismo, en el Art. 25

se especifica que “[c]orresponde al Estado la rectoría del desarrollo nacional para garantizar que éste sea integral y sustentable” (Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión, 2011 [1917]: 17), y en el Art. 73, fracción XXIX-G se establece que el Congreso está facultado para:

... expedir leyes que establezcan la concurrencia del Gobierno Federal, de los gobiernos de los Estados y de los municipios, en el ámbito de sus respectivas competencias, en materia de protección al ambiente y de preservación y restauración del equilibrio ecológico. (Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión, 2011 [1917]: 47)

A diferencia de la Ley Federal para Prevenir y Controlar la Contaminación Ambiental, la LGEEPA, fue concebida con un enfoque más integral de la problemática ambiental y no tan sólo como un problema de salud (SEMARNAT, 2006), incorporando la temática de la sustentabilidad, la cual define como un:

...proceso evaluable **mediante criterios e indicadores del carácter ambiental, económico y social** que tiende a mejorar la calidad de vida y la productividad de las personas, que se funda en medidas apropiadas de preservación del equilibrio ecológico, protección del ambiente y aprovechamiento de recursos naturales, de manera que no se comprometa la satisfacción de las necesidades de las generaciones futuras” (Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión, 2011 [1988]: 3; negritas propias).

Previo a presentar cuáles son los criterios ambientales que impone la legislación mexicana a la actividad de la industria del cemento, se hace una breve revisión de algunos aspectos económicos de la industria, tales como estructura de mercado, niveles de producción y personal ocupado.

#### 4.2 Estado general de la industria del cemento en México

Las actividades de la industria iniciaron con la construcción de la fábrica (de cal) La Cruz Azul en 1881, posteriormente operarían las empresas de Cementos Hidalgo, la Tolteca y Apasco. Desde entonces, la industria ha pasado por expropiaciones, régimen de control de precios y un proceso de fusiones y adquisiciones promovido por la apertura comercial que ha tenido consecuencias

en la concentración de la producción, la distribución y la comercialización<sup>45</sup>. En resumen, actualmente la industria del cemento se desarrolla en un mercado con estructura oligopólica.

#### 4.2.1 Estructura de la industria cementera en México

Al 2011 la industria del cemento se componía de seis empresas cementeras que en conjunto tenían 33 plantas de cemento con una capacidad instalada de aproximadamente 57.5 millones de toneladas (Mt) anuales. La producción de cemento en México está dominada por Cemex, Holcim y Cruz Azul que concentran más del 80% de la capacidad instalada (cuadro 4.1).

- *Cemex*

Cementos Mexicanos, Cemex, nace en 1931 de la fusión de Cementos Hidalgo fundada en 1906 y Cementos Monterrey creada en 1920. En 1989 al adquirir Cementos Tolteca –fundada en 1910- se convierte en el principal productor del país y en 1992 con la compra de la empresa española la Valenciana y Sansón inicia su proceso de expansión internacional (Cemex, 2010b; Cemex, 2011a). Actualmente Cemex tiene en México 15 plantas de cemento (cuadro 4.2) distribuidas en todo el territorio, además participa en el Grupo Cementos Chihuahua, GCC (CEPAL, 2002) hecho que refuerza su presencia en el norte del país. Produce y comercializa las marcas de cemento: Monterrey, Tolteca, Anáhuac, Maya, Gallo, Centenario y Campana, marcas que también comercializa. Además de Cemex concretos y la cadena de materiales para la construcción Construrama (Cemex, 2008c).

---

<sup>45</sup> Se han presentado ante la Comisión Federal de Competencia (CFC) tres denuncias: por prácticas monopólicas en el suministro de cemento gris de los tipos I y II en la ciudad de Fresnillo, Zacatecas (expediente DE-017-1998); por fijación, elevación, concertación o manipulación de precios (expediente DE-032-2006); y por colusión en el suministro de cemento contaminado que repercute en la caducidad anticipada del mismo y menor resistencia estructural (expediente DE-012-2009), sin que exista al momento sanciones para las empresas denunciadas por dichas prácticas. La investigación que sigue en curso es la denuncia por prácticas monopólicas en la fijación de precios (CFC, 1998; 2006; 2009).

**Cuadro 4.1**  
**La industria del cemento en México**

	Cemex *	Holcim Apasco*	Cooperativa La Cruz Azul		Corporación Moctezuma	Grupo Cementos de Chihuahua*	Lafarge*	Total
				Cementos y Concretos Nacionales		Participación de Cemex		
Plantas de cemento	15	7	2	2	2	3	2	33
Capacidad instalada (Mt anuales)	29.3	12.9	5	3	4.8	1.9	0.6	57.5
Plantas concreto	325	>90	...	...	45	21	..	
Plantas agregados	16	5	...	...	...	3	..	
Centros de distribución	85	23	4 regionales	...	4 regionales	...	..	
Terminales marítimas	7	4	...	...	...	...	..	
Centros de desarrollo tecnológico	1	1	...	...	...	1	..	
Otros		6 plantas Ecoltec, 4 centros de transferencia	1 centro de atención a exportaciones	...	...	1 yeso, 1 centro de investigación en Suiza	..	

Fuente: elaboración propia con base en Cemex, 2011a, *Cemex 2010 Annual Report*, "Table. Global operations", Cemex, Monterrey, México, p. 22; Cooperativa La Cruz Azul, 2010, "Producto, plantas", <http://www.cruzazul.com.mx>, (08 septiembre 2010); Corporación Moctezuma, 2010, "Cemento, plantas", [http://www.cmoctezuma.com.mx/planta\\_tepez.htm](http://www.cmoctezuma.com.mx/planta_tepez.htm), (08 septiembre 2010); Grupo Cemento Chihuahua (GCC), 2010, *Programa voluntario de contabilidad y reporte de emisiones de gases de efecto invernadero (Programa GEI México) 2009*, GCC, México; Grupo Cemento Chihuahua, 2011, "Quiénes somos", <http://www.gcc.com/>, (30 abril 2011); Holcim Apasco, 2010a, *Inventario de gases de efecto invernadero*, Holcim Apasco, México; Holcim Apasco, 2010b, "Productos y servicios, Ecoltec", <http://www.holcim.com.mx/MX/MEX/id/1610657309/mod/4/page/editorial.html>, (8 septiembre 2010); y ICF International, 2009, *Sector-based Approaches Case Study: Mexico*, ICF International.  
(\* ) Operaciones en México.

En materia ambiental, la totalidad de sus plantas de cementos están certificadas como "Industria limpia" por la PROFEPA, además, tienen el certificado ISO 14001. En otros ámbitos, Cemex participa en diversas comisiones a través de las distintas organizaciones empresariales a las que pertenece, y ha recibido diversos reconocimientos en los que se encuentran: Premio Hábitat, distintivo ESR, reconocimiento especial de Cadena de Valor, Premio Mejores Prácticas de Responsabilidad Social, Certificado de Calidad de Producto, entre otros. (Cemex, 2010a).

En el mercado internacional, Cemex opera en más de 50 países (cuadro 4.2), sumando una capacidad instalada de 96.1 Mt en 62 plantas de cemento y participación minoritaria en otras 12 plantas de cemento (Cemex, 2010b; Cemex, 2011a).

**Cuadro 4.2**  
**Cemex en México y el mundo**

	Capacidad instalada (Mt anuales)	Plantas de cemento controladas	Plantas de cemento con participación minoritaria	Plantas de concreto	Agregados-canteras	Centros de distribución	Terminales marítimas
México	29.3	15	3	325	16	85	7
Estados Unidos	17.2	13	5	513	83	42	4
Europa	25.7	19	1	979	247	65	43
Sur/Centro América y el Caribe	12.8	11	3	90	17	16	11
África y Medio Este	5.4	1	0	71	9	7	1
Asia	5.7	3	0	19	4	8	5
Total	96.1	62	12	1997	376	223	71

Fuente: Cemex, 2011a, *Cemex 2010 Annual Report*, "Table. Global operations", Cemex, México, p. 22.

Además, es miembro del Consejo Mundial de Negocios para el Desarrollo Sustentable (WBSCD, por sus siglas en inglés) y participó en el desarrollo de la Iniciativa de Cemento Sustentable (CSI, por sus siglas en inglés) aplicando programas relacionados con ella desde el 2002.

- *Holcim*

Empresa filial de Holcim de origen suizo y una de las tres empresas líderes a nivel mundial (junto con Lafarge y Cemex). Es también una de las 10 empresas que fundaron el WBCSD y aplica la CSI desde 2002. A nivel global Holcim incorpora el enfoque de desarrollo sustentable desde su visión y estrategia de negocios, el cual *"para la creación de valor integra los impactos económicos, ambientales y sociales –los tres elementos de la <<triple cuenta de resultados>>"* (Holcim, 2011a).

En nuestro país, Holcim obtuvo en 1964 la participación mayoritaria en Apasco – empresa fundada en 1928 en el municipio de Apaxco, Estado de México- y posteriormente el 100% del control accionario en 2004. Además, entre las

décadas de 1970 y 1990, adquirió Cementos Veracruz y Cementos Acapulco (Holcim Apasco, 2011a). Actualmente, Holcim Apasco tiene 7 plantas de cemento, la última de ellas inaugurada en marzo de 2011 en Hermosillo Sonora con la cual expande sus operaciones en el noroeste del país, la empresa cuenta una capacidad instalada de 12.9 Mt anuales de cemento (Holcim Apasco, 2010a; Holcim Apasco, 2011b). Además de las plantas de cemento y de concreto, Holcim cuenta con la filial Ecoltec que *“ofrece el servicio de la recolección, transporte, manejo, tratamiento y coprocesamiento de residuos”* (Holcim Apasco, 2010b). La política ambiental de la empresa en México se respalda en cuatro puntos: sistemas de gestión, aprovechamiento de recursos, impactos ambientales y relación con los públicos interesados (Holcim Apasco, 2007:17), es decir, con las partes o grupos de interés.

- *Cooperativa la Cruz Azul, S.C.L.*

La Cooperativa La Cruz Azul tiene sus inicios en 1881 con la operación de la fábrica de cal La Cruz Azul de capital inglés; después, en 1890 se inicia la producción de cemento portland. Posteriormente, la fábrica quiebra e interviene el Banco Central de México, asumiendo en 1909 el control de la empresa y constituyendo la Compañía Manufacturera de Cemento Portland La Cruz Azul. Tras el periodo armado y los efectos de la Gran Depresión de 1929, La Tolteca adquiere en 1931 La Cruz Azul y deciden liquidar a los obreros y con ello se inició una lucha laboral que culminó en 1932 con la expropiación de la fábrica y la formación de la Cooperativa La Cruz Azul, quedando en pleno control de los trabajadores en 1937. Actualmente, la Cooperativa tiene cuatro plantas de cemento, dos de ellas bajo la denominación Concretos y Cementos Nacionales, S. A. (Cooperativa La Cruz Azul, 2011), dichas plantas se ubican en Hidalgo, Oaxaca, Aguascalientes y Puebla.

- *Grupo Cementos Chihuahua (GCC)*

Inicia sus operaciones en 1941 en la ciudad de Chihuahua. Actualmente tiene operaciones en México, Estados Unidos y Bolivia. Su capacidad anual es de 4.5 millones de toneladas de cemento. En México tiene 3 plantas de cemento ubicadas en las ciudades de Chihuahua, Juárez y Samalayuca (GCC, 2010).

- *Cemento Moctezuma*

Empresa fundada en 1943. Tiene dos plantas de cemento ubicadas en los estados de Morelos y San Luis Potosí. Ha implementado en sus plantas un sistema integral de calidad, medio ambiente y seguridad con responsabilidad social basado en las normas ISO 9001, ISO 14001, OHSAS 18001 (sistema de gestión de salud y seguridad laboral, por sus siglas en inglés) y NMX-SAST-004 (norma mexicana de seguridad social). (Cemento Moctezuma, 2008).

- *Lafarge*

Tiene en México dos plantas ubicadas en Hidalgo, Tula y Vito. A nivel global, Lafarge ha establecido un programa de sustentabilidad con metas al 2012, los lineamientos generales son la seguridad, competición limpia, impactos positivos en las comunidades donde operan y satisfacción de sus clientes. En el área social impulsan el empoderamiento de las mujeres al interior de su organización, el desarrollo de habilidades de sus empleados y programas de salud, algunos específicos como el de VIH/SIDA y malaria. En cuestión ambiental llevan a cabo auditorías ambientales, rehabilitación de canteras, cuidado de la biodiversidad así como reducción de emisiones de CO<sub>2</sub> -sin embargo, no están participando en el

Programa GEI México - y otros gases de efecto invernadero- (Lafarge, 2010a; 2010b).

- *Cementos Fortaleza*: el nuevo jugador

En Santiago de Anaya, Hidalgo, se inició la construcción de la planta de cemento bajo el proyecto denominado Trituradora y Procesadora de Materiales Santa Anita en enero de 2011. Se ostentaba como una cementera verde debido al uso de tecnología de punta y la inclusión de un proyecto ecológico orientado a la conservación de la flora y fauna del sitio. Se tenía previsto que tuviera una capacidad instalada de 600 mil toneladas de cemento y la producción de cemento se integraría verticalmente al conjunto de empresas del grupo Elementia, propiedad de Antonio del Valle y Carlos Slim. (Castillo, 2011a; 2011b).

Sin embargo, la controversia estuvo presente en la construcción de la planta. La comunidad indígena otomí de Santiago de Anaya denunció la violación de convenios internacionales sobre sustentabilidad y respeto a la biodiversidad en comunidades indígenas. En particular, manifestaron la destrucción de magueyes y de más de 100 mil árboles, además de la omisión de la SEMARNAT de la consulta a los pueblos vecinos que se verían afectados. Agregaron que la actividad de la cementera aumentará la presión del uso de agua y energía eléctrica. (Howard, 2012; Gómez Mena, 2012).

Pese a la polémica, la empresa anunció su alianza con la división de cementos de Lafarge en México en enero de 2013. En dicha sociedad, Elementia participa con el 53% y Lafarge con el 47%, de este modo tienen en conjunto una capacidad instalada de dos millones de toneladas, hecho que les permite aspirar al 3% del mercado del país. Además de proveer a las empresas del grupo Elementia, la cementera se orientará al segmento de autoconstrucción. Cementos Fortaleza inició operaciones en junio 2013. (Ugarte, 2013).

Con Cementos Fortaleza suman 34 plantas de producción de cemento en el país, cinco de las cuales se concentran en el área de estudio Tula-Atotonilco-Apaxco. A continuación se presentan las cifras de producción de cemento en México así como del personal ocupado y sus remuneraciones.

#### 4.2.2 Producción: mercados interno y externo

En México el mercado del cemento está orientado a los segmentos de la construcción y autoconstrucción. Los principales tipos de cemento que se comercializan son el portland gris, el mortero y el blanco. Siendo el dominante el portland con más del 90% de la producción (cuadro 4.3).

Se aprecia que la producción de cemento presenta una tendencia creciente, excepto por dos momentos. El primero de ellos se presenta como consecuencia de la crisis económica de 1994, cuando se registró una caída del 20.2% de la producción total de cemento en 1995; recuperándose los niveles de producción previos a la crisis hasta 1999. Posteriormente, aunque se aprecia una disminución de la producción del 3.3% en el 2001, la producción recupera su tendencia creciente al año siguiente. (Estimaciones propias; INEGI, 2011a; 2013; cuadro 4.3).

El segundo momento ocurre como secuela de la crisis económica y financiera de 2007, a pesar de que no presentó una caída tan marcada como en 1995, el mercado mostró una tendencia decreciente desde el 2008 y hasta 2010. El primer descenso fue del 2.7% en 2008, seguido de un decrecimiento del 3.8% en 2009 y una baja del 4.2% en 2010. La caída total fue de 10.4% de 2010 con respecto al 2007. A pesar de que los datos muestran una recuperación en los niveles de producción aún no se alcanzan las cifras previas a la crisis. (Estimaciones propias; INEGI, 2011a; 2013; cuadro 4.3).

**Cuadro 4.3**  
**México: producción de cemento,**  
**por principales tipos. 1994-2013**

(Toneladas)

	Portland gris	Blanco	Mortero	Producción total de cemento*
1994	30 243 326	516 684	720 232	31 480 242
1995	24 033 981	441 975	645 663	25 121 619
1996	26 440 746	466 440	1 140 024	28 047 210
1997	27 679 233	530 803	1 316 355	29 526 391
1998	28 608 786	568 795	1 549 994	30 727 575
1999	29 738 734	642 632	1 420 243	31 801 609
2000	31 518 759	613 075	1 096 005	33 227 839
2001	30 177 359	636 394	1 319 868	32 133 621
2002	30 897 412	623 680	1 850 420	33 371 512
2003	31 143 454	632 386	1 817 561	33 593 401
2004	32 374 824	680 380	1 937 238	34 992 442
2005**	35 984 389	774 786	2 931 844	39 691 019
2006	38 750 072	843 869	3 145 357	42 739 298
2007	39 518 114	864 999	3 366 892	43 750 005
2008	38 280 796	823 028	3 458 838	42 562 662
2009	36 840 389	646 211	3 452 958	40 939 558
2010	35 872 150	696 138	2 640 011	39 208 299
2011	36 310 219	787 397	3 512 882	40 610 498
2012	36 925 915	873 991	3 775 267	41 575 173
2013 <sup>p</sup>	14 790 938	379 469	1 539 139	16 709 546

Fuente: elaborado con datos de INEGI, 2011a, "Series manufacturas" y "series que ya no se actualizan-sector manufacturero", *Banco de Información económica*, <http://dgcnesyp.inegi.org.mx>, (16 febrero 2011); 2013, "Series manufacturas", Banco de Información Económica, <http://www.inegi.org.mx/sistemas/bie/>, (05 agosto 2013).

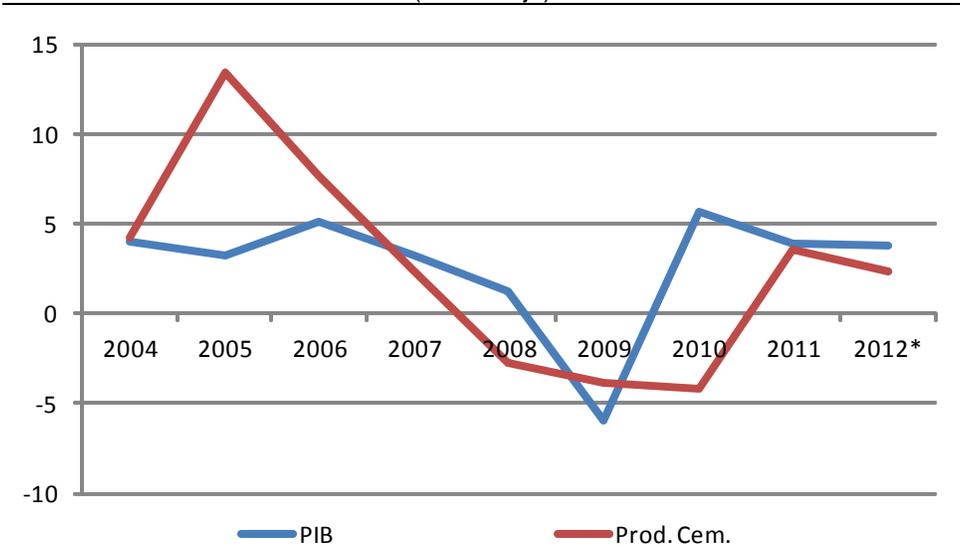
(\*) Corresponde a la suma de cemento tipo portland gris, blanco y mortero.

(\*\*) La serie 1994 a 2004 corresponden a la encuesta industrial mensual CMAP y la serie 2005 a 2013 a la encuesta mensual de la industria manufacturera EMIM (que sustituye a la anterior usada por INEGI).

(p) Cifras preliminares al mes de mayo.

Comparando las variaciones de la producción de cemento con las variaciones del producto interno bruto (PIB) de México (gráfica 4.1), se observa que la tendencia en el aumento de la producción que se había presentado desde el 2002 tiene su máximo crecimiento en 2005 y que había empezado a dar muestra de pérdida de dinamismo en 2006, a pesar de que el crecimiento de la producción de cemento estaba todavía por encima del crecimiento del PIB.

**Gráfica 4.1**  
**Crecimiento del producto interno bruto y producción de cemento**  
**en México**  
 (Porcentaje)



Fuente: elaboración propia con datos del International Monetary Fund (IMF), 2012, *World Economic Outlook*, Table A.2 Advanced Economies: Real GDP and Total Domestic Demand y Table A.4 Emerging Market and Developing Economies: Real GDP, International Monetary Fund, pp. 190-191, 194-196; INEGI, 2011a, "Series manufactureras" y "series que ya no se actualizan-sector manufacturero", *Banco de Información económica*, <http://dgcnesyp.inegi.org.mx>, (16 febrero 2011); 2013, "Series manufactureras", *Banco de Información Económica*, <http://www.inegi.org.mx/sistemas/bie/>, (05 agosto 2013).

La tendencia decreciente (gráfica 4.1) se confirmó en 2007 cuando el crecimiento de la producción del cemento se situó por debajo del PIB, cayendo a tasas negativas en el período de 2008 a 2010. Cabe destacar que si bien la caída del crecimiento de la producción de cemento fue de menor magnitud de la caída del PIB, su período de depresión fue más prolongado. No obstante, a pesar de que el crecimiento de la producción de cemento muestra signos de recuperación, éstos

son débiles. En primer lugar, su dinamismo se halla por debajo del PIB, y en segundo, hay un retroceso en el 2012. Sin ahondar más, lo anterior refleja los problemas particulares por los que está atravesando el sector de la construcción en México y que también se ha desacelerado el ritmo de las remesas<sup>46</sup> que envían los connacionales residentes en los Estado Unidos (que afecta la autoconstrucción de vivienda).

Por otra parte, la producción de cemento en México se destina casi en su totalidad al mercado interno, de hecho, en los últimos años la producción orientada a la exportación ha disminuido. En 2005 las exportaciones representaban el 8.32% de la producción, en tanto que en 2009 son tan sólo del 2.63% (cuadro 4.4). La disminución en las exportaciones también se explica como parte de los efectos recesivos en la economía de los Estados Unidos derivados de la crisis económica y financiera de 2007, ya que dicho país es el principal destino de las mismas.

El valor de las exportaciones ha caído de 115 542 000 dólares en 2005 a 79 337 000 dólares en 2009, es decir, un 31.3%. En particular, las exportaciones hacia los Estados Unidos han mostrado una tendencia decreciente, de representar más del 70% en 2005, llegando a casi 80% en 2006, han caído por debajo del 55% del total del cemento exportado en 2009. Sin embargo, hay que señalar las características propias de la industria incentivan la internacionalización vía operaciones, es decir, mediante la inversión extranjera directa, sea adquiriendo o participando en empresas ya existentes o mediante la creación de nuevas instalaciones. Las empresas mexicanas Cemex y CCG tienen presencia en Estados Unidos y América Latina con plantas de cemento operando al igual que Holcim y Lafarge. (Estimaciones propias; International Trade Centre, 2011c; cuadro 4.5).

---

<sup>46</sup> Al respecto se puede consultar: Guillermo M. Boils, 2011, "El envío de remesas como factor de cambio en la vivienda de la Mixteca Alta oaxaqueña" en *Dimensión Antropológica*, 20 octubre 2011, disponible en <http://www.dimensionantropologica.inah.gob.mx/?p=4728>, (05 agosto 2013); Banco de México, 2013, "La Balanza de Pagos en el Primer Trimestre de 2013", *Comunicado de Prensa*, 24 de mayo de 2013, p. 5; Eduardo Torres, 2013, "Empresas públicas de vivienda: ¿un desenlace anticipado?", *Observatorio Económico*, BBVA Bancomer, 14 agosto 2013.

**Cuadro 4.4**  
**México: producción y exportaciones de cemento. 2005-2009**  
(Toneladas)

	Total producción*	Exportaciones	%
2005	39 691 019	3 303 540	8.32
2006	42 739 298	3 003 312	7.03
2007	43 750 005	2 521 307	5.76
2008	42 562 662	2 270 523	5.33
2009	40 939 558	1 076 400	2.63

Fuente: elaborado con datos de INEGI, 2011b, "Serie manufacturas", *Banco de Información económica*, <http://dgcnesyp.inegi.org.mx>, (16 febrero 2011) e International Trade Centre, 2011c, "Exportaciones mexicanas de cemento", *Trade Map*, <http://www.trademap.org>, (11 febrero 2011).

(\*) Estimado con base en la suma de los tipo de cemento portland gris, blanco y mortero.

(%) Corresponde a la participación de las exportaciones con respecto a la producción de cemento.

**Cuadro 4.5**  
**México: exportaciones por principales países\*. 2005-2009**  
(Total en miles de dólares, países: participación en porcentaje)

	2005	2006	2007	2008	2009
Total exportaciones, miles de dólares	115 542	122 105	109 739	145 100	79 337
Estados Unidos de América	71.66	79.93	75.12	60.94	54.76
Guatemala	2.77	2.28	4.94	8.22	15.57
Ecuador	0.14	0.08	5.71	2.71	8.03
Panamá	2.41	2.71	2.79	3.36	6.35
Belice	7.13	7.47	0.11	10.03	5.29

Fuente: elaborado con base en International Trade Centre, 2011c, "Exportaciones mexicanas de cemento", *Trade Map*, <http://www.trademap.org>, (11 febrero 2011).

(\*) Tomando de referencia a 2009.

Además, existen derechos antidumping sobre las importaciones de cemento portland gris y clinker de cemento por parte de Estados Unidos desde el 30 de agosto de 1990. Al respecto, el Departamento de Comercio estadounidense publicó los resultados del examen administrativo practicado al caso de Cemex y su filial GCC en marzo de 2001, resultado del examen se redujo el margen de 39.34% a 38.65% (CEPAL, 2002).

Las desventajas de nuestra infraestructura terrestre y marítima se aprecian al observar las importaciones que se realizan. Que Estados Unidos ocupe la primera posición entre los países a los cuales se importa queda explicado por su cercanía geográfica y por localizarse empresas mexicanas en ese país, más sorprendente es que se importe desde países europeos y China (cuadro 4.6). Al respecto, cuando se observan las exportaciones mexicanas de cemento se aprecia que se circunscriben básicamente a los países vecinos.

**Cuadro 4.6**  
**México: importaciones por principales países\*. 2005-2009**  
 (Total en miles de dólares, países: participación en porcentaje)

	2005	2006	2007	2008	2009
Total importaciones, miles de dólares	13 228	12 550	14 472	14 575	12 206
Estados Unidos de América	63.97	58.29	49.2	46.63	61.73
China	8.19	11.08	14.41	15.48	10.73
Croacia	9.46	10.61	11.93	13.04	9.39
Francia	2.1	2.65	3.87	2.72	8.32
Países Bajos (Holanda)	15.62	14.1	14.81	17.06	5.48

Fuente: elaborado con base en International Trade Centre, 2011d, "Importaciones mexicanas de cemento", *Trade Map*, <http://www.trademap.org>, (11 febrero 2011).

(\*) Tomando de referencia a 2009.

Como se apreció, la producción de cemento está destinada en su mayoría al mercado interno, las exportaciones que se realizan son principalmente hacia los Estados Unidos y otros países vecinos del continente; sin embargo, las importaciones, aunque mínimas, provienen de países lejanos, además de los Estados Unidos. También se observó que la producción de cemento está relacionada con el ciclo económico de México. Falta observar cuál ha sido el desenvolvimiento de un par de variables que atañen a aspectos económicos pero que tienen repercusiones directas con la esfera social, éstas son: el personal ocupado y las remuneraciones.

#### 4.2.3 Personal ocupado en la industria del cemento

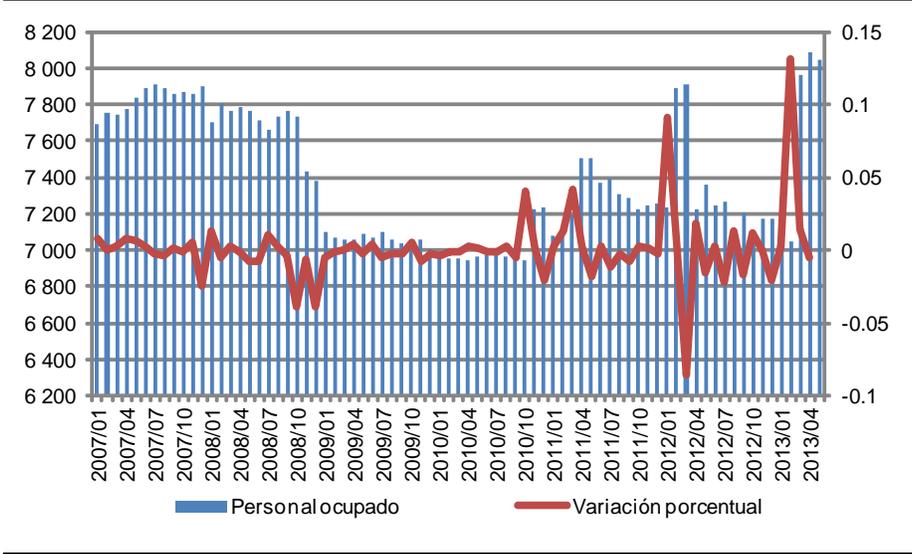
Un aspecto central relacionado con las actividades económicas es el que concierne al trabajo que se genera a través de las mismas. En este sentido, el personal ocupado por la industria del cemento ha mostrado un descenso relacionado con la tendencia decreciente de la producción en el período 2008 a 2010. Previo a la crisis económica y financiera, el promedio mensual de trabajadores que contrató la industria fue de 7 830 personas, este indicador bajó el 1.8% que corresponde a 7 686 trabajadores en 2008, pero el mayor descenso fue de -8.2%, cuando el promedio mensual de trabajadores fue de 7 059 en 2009 y hubo un ajuste más de -0.7% para llegar a un promedio de 7 009 personas en 2010. (Estimaciones propias; INEGI, 2013; gráfica 4.2).

Cabe recordar que una de las políticas seguidas por las empresas para enfrentar la crisis ha sido la disminución del personal ocupado. Como efecto de la crisis, la disminución del personal ocupado por la industria ha sido del 10.5%. Esta serie de ajustes al personal ocupado iniciaron en enero de 2008, cuando se presentó una disminución del 2.5% en el número de trabajadores, aunque se presentó una recuperación del mismo en febrero, los meses subsecuentes se caracterizaron por la disminución en el número del personal, en ese año, entre los decrementos se halla el de 3.9% ocurrido en noviembre. La tendencia continuó durante el año de 2009 y el siguiente. Así, se llegó a un mínimo de 6 945 trabajadores en octubre de 2010. (Estimaciones propias; INEGI, 2013; gráfica 4.2).

Después, el número de personal ocupado mostró una recuperación en sus niveles, se tenían contratadas a 7 226 personas en noviembre de 2010, lo que representó un incremento del 4.05% con respecto al mes anterior y el número ascendió a 7 500 trabajadores en abril de 2011, incrementándose a 7 886 personas en febrero de 2012; sin embargo, nuevamente descendió el indicador en 8.6% en abril de ese año. El número de personal ocupado muestra una recuperación en los últimos meses, se tenía el registro de 7 965 personas en marzo de 2013, que representa un incremento del 13% con respecto al mes anterior, número que excede al mayor número de personas ocupadas previo a la crisis, que fue

de 7 910 en julio de 2007. De hecho, las cifras superan a los 8 000 trabajadores en los meses de abril y mayo de 2013. (Estimaciones propias; INEGI, 2013; gráfica 4.2).

**Gráfica 4.2**  
**Personal ocupado en la industria del cemento y**  
**variación porcentual**

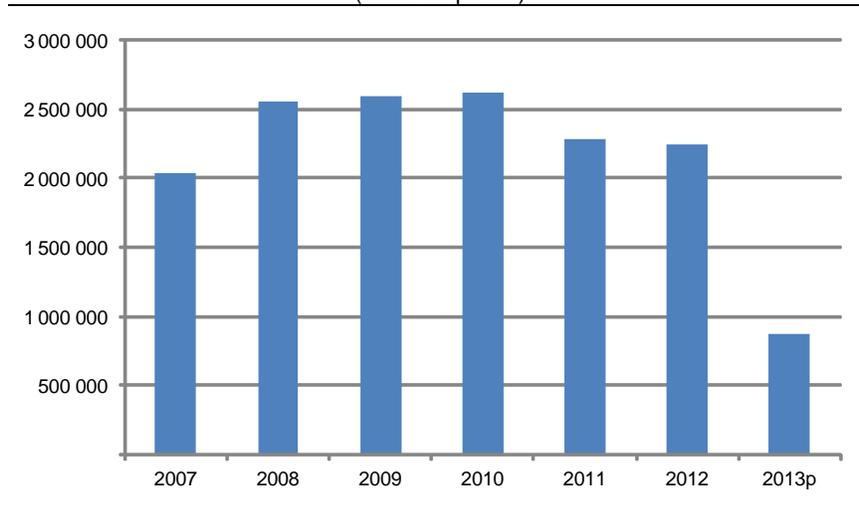


Fuente: INEGI, 2013, "Series manufactureras", *Banco de Información Económica*, <http://www.inegi.org.mx/sistemas/bie/>, (05 agosto 2013).

Con respecto a las remuneraciones, contrario al promedio del personal ocupado, las cifras muestran crecimientos continuos de 2 036 591 000 pesos a 2 616 184 000 pesos de 2007 hasta el 2010, hay que considerar que la disminución de personal en muchos casos estuvo acompañada de las indemnizaciones correspondientes. En tanto que las cifras muestran una estabilidad al ubicarse en 2 284 767 000 pesos y 2 245 879 000 pesos respectivamente en 2011 y 2012. (INEGI, 2013; gráfica 4.3).

**Gráfica 4.3**  
**Remuneraciones totales al personal ocupado**  
**en la industria del cemento**

(Miles de pesos)



Fuente: INEGI, 2013, "Series manufactureras", *Banco de Información Económica*, <http://www.inegi.org.mx/sistemas/bie/>, (05 agosto 2013).

p: cifras a mayo de 2013.

Otros elementos asociados con la producción de cemento son la eficiencia energética y el consumo de combustibles, en la siguiente sección se abordan de modo breve estos aspectos para continuar con lo referente a la regulación ambiental de la industria.

#### 4.2.4 Eficiencia energética y consumo de combustibles

Estudios realizados sobre la eficiencia energética de la industria cementera en México señalan que ésta estaba cercana a los estándares internacionales de mejores prácticas desde finales de 1970. El alto crecimiento sostenido durante las décadas de 1950, 1960 y todavía 1970, estimuló el crecimiento de la industria y factores como la abundante mano de obra y combustibles, ambos, a precios bajos facilitaron el cambio en la composición de los equipos de las plantas y la adopción de mejores tecnologías (Sterner, 1990). En el periodo de 1982 a 1994 se intensifica la modernización de las plantas cementeras, entrando en operación

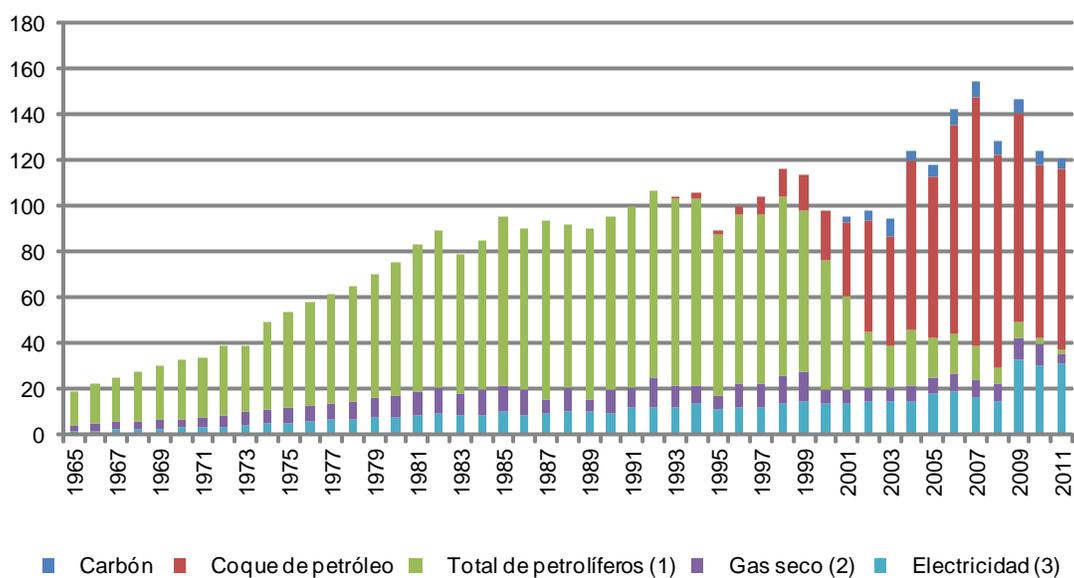
seis nuevas plantas, quedando en ese momento una sola planta que utilizaba todavía el proceso húmedo (Sheinbaum y Ozawa, 1998).

También se intensificó el uso de escoria de alto horno como aditivo en la fabricación de cementos compuestos, lo que contribuyó a disminuir el ratio de clinker a cemento. Y se inició el uso de llantas como combustible alternativo (Sheinbaum y Ozawa, 1998). En 1992 estaban autorizadas tres plantas para la combustión de llantas usadas en los hornos de cemento (Sheinbaum y Ozawa, 1998), a finales de 2010, la SEMARNAT autorizó a 31 de las 32 plantas que operaban para el co-procesamiento de residuos peligrosos industriales, las autorizaciones comprenden una amplia gama de residuos que van desde de llantas usadas hasta el uso de residuos biológicos infecciosos (SEMARNAT, 2010).

Otro cambio ocurrido a mediados de la década de 1990 fue la sustitución progresiva del gas licuado, diesel y combustóleo (petrolíferos) por el coque de petróleo. La industria del cemento consumió 0.10 Pj de coque de petróleo en su primer año de uso, 1993, progresivamente aumentó su empleo, 2.1 Pj en 1994, llegando a un máximo histórico de 115.83 Pj en 2007, en los años posteriores se observa una disminución en su consumo; en contrapartida se aprecia un aumento en el consumo de energía eléctrica. Además, ha empezado a utilizarse el carbón como combustible desde el 2001 (Estimaciones propias; Secretaría de energía, 2010b; 2012b; gráfica 4.4).

El consumo energético de la industria cementera en México en los últimos 45 años ha sido en promedio el 3% del total nacional y ha representado el 8% del consumo total industrial. Para el caso de México se aprecia que las mayores presiones de consumo energético provienen del consumo final, en particular del uso del transporte. (Estimaciones propias; Secretaría de energía, 2010b; 2012b; gráfica 4.5).

**Gráfica 4. 4**  
**México, consumo de energía de la industria del cemento,**  
**por tipo de combustible, 1965-2011**  
(Petajoules\*)



Fuente: elaborado con base en Secretaría de Energía, 2010a, "Balance nacional de energía 2009: consumo de energía en el sector industrial", *Sistema de información energética*, <http://sie.energia.gob.mx>, (20 febrero 2011); 2012a, "Balance nacional de energía 2011: consumo de energía en el sector industrial", *Sistema de información energética*, <http://sie.energia.gob.mx/bdiController.do?action=cuadro&cvecua=IE7C04>, (05 agosto 2013).

(\*) Un petajoule (PJ) es equivalente a  $10^{15}$  joules (J). Un joule es equivalente a  $2.39 \times 10^{-4}$  kilocalorías.

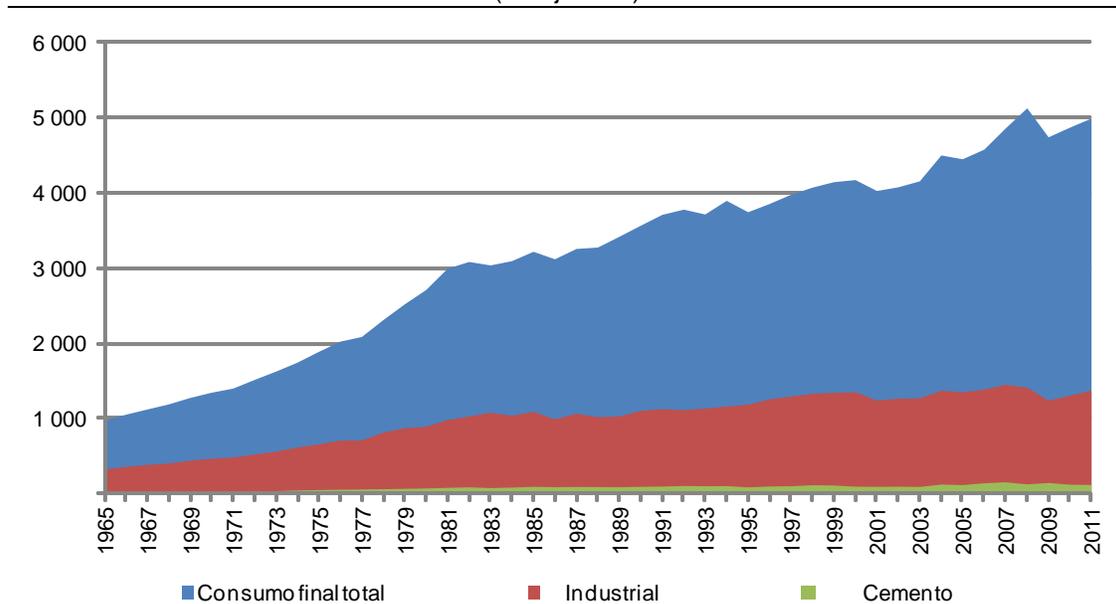
(1) Comprende gas licuado, diesel (a) y combustóleo.

(2) Incluye gas no asociado

(3) No incluye autogeneración eléctrica.

(a) A partir de 1991 incluye gasóleo industrial, el cual fue sustituido por combustible industrial en 1998.

**Grafica 4.5**  
**México, consumo anual de energía, nacional, sector industrial**  
**y rama del cemento, 1965-2011**  
(Petajoules\*)



Fuente: elaborado con base en Secretaría de Energía, 2010b, "Balance nacional de energía 2009: consumo final de energía por sector", *Sistema de información energética*, <http://sie.energia.gob.mx>, (20 febrero 2011); 2012b, "Balance nacional de energía 2011: consumo final de energía por sector", *Sistema de información energética*, <http://sie.energia.gob.mx/bdiController.do?action=cuadro&cveca=IE7C04>, (05 agosto 2013).

(\*) Un petajoule (PJ) es equivalente a  $10^{15}$  joules (J). Un joule es equivalente a  $2.39 \times 10^{-4}$  kilocalorías.

De lo anterior se destacan tres aspectos: la eficiencia energética cercana a los más altos estándares desde la década de 1970, el uso de escoria de alto horno en la sustitución de clinker y el uso de residuos como combustible –incluido el coque-, que es un residuo de las refinerías de PEMEX. Esto último ha permitido que la industria del cemento establezca un proceso de ecología industrial, esto es, el aprovechamiento de los residuos de otras actividades como combustible en los hornos de cemento. A continuación se presentan los aspectos de la legislación ambiental que conciernen a la industria del cemento, que contempla la regulación del uso de combustibles alternos, aspecto que también se relaciona, dependiendo del tipo de residuo, con la emisión de contaminantes altamente tóxicos.

### 4.3 Regulación ambiental de la industria del cemento: la presión del cambio climático

Una de las problemáticas centrales de la industria del cemento es que en el propio proceso de fabricación del clinker, elemento básico del cemento, se emite dióxido de carbono; a estas emisiones hay que añadir las provenientes del uso de combustible. Por ello, cuando la cuestión del cambio climático captó la atención de los organismos internacionales, gobierno y público general, también cobró mayor atención las fuentes de emisiones de CO<sub>2</sub>, entre ellas, la industria del cemento. Sin embargo, esas no son las únicas emisiones de contaminantes que genera dicha industria. También se encuentran las emisiones de metales y en caso de utilizar llantas y aceites usados como combustible alterno, existe la posibilidad de generar, de modo no intencional, los tóxicos llamados compuestos orgánicos volátiles. Considerando todos estos elementos, tanto la legislación ambiental como su vigilancia es un asunto importante no sólo desde el punto de vista ambiental sino también de salud pública.

#### 4.3.1 Regulación ambiental de la industria del cemento

La regulación ambiental de la industria del cemento ha estado desfasada con la actividad. La industria inicia operaciones en 1881 y es hasta el 2002 que se publica la norma que la regula<sup>47</sup>. La ausencia de legislaciones específicas fue un factor más que contribuyó al deterioro ambiental en nuestro país y a que en determinadas zonas se tengan situaciones ambientales complejas y complicadas.

Entrando en materia, las actividades de la industria del cemento, siguiendo los lineamientos constitucionales, están reguladas por la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA), así como los reglamentos derivados de ésta y por otras leyes emanadas de la Constitución en materia ambiental -como es el caso de la Ley de la Prevención y Gestión Integral de los

---

<sup>47</sup> De hecho, la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA) se expidió en 1988.

Residuos, para el transporte, uso y aprovechamiento de residuos como combustibles- (figura 4.1).

En la LGEEPA en el Art. 111 BIS, se establece que la actividad de la industria del cemento es de jurisdicción federal, es decir, compete a la federación su regulación. Asimismo, la LGEEPA estipula la creación de normas; en el caso de la industria del cemento, la NOM-040-SEMARNAT-2002 estipula las metodologías, requisitos y parámetros que se deben observar.

**Figura 4.1**  
**Base jurídica de la regulación de la industria del cemento**



Fuente: elaboración propia con base en Semarnat (2006), *Gestión ambiental en México*, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, México, pp. 468.

Para llevar a cabo la política ambiental, la LGEEPA contempla una serie de instrumentos: la planeación ambiental, ordenamiento ecológico del territorio, instrumentos económicos, regulación ambiental de los asentamientos humanos, evaluación del impacto ambiental, normas oficiales mexicanas en materia ambiental, autorregulación y auditorías ambientales, investigación y educación ecológicas (Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión, 2011 [1988]).

- *Instrumentos económicos*

La incorporación de instrumentos económicos es el reconocimiento de la dimensión económica en la solución de los problemas ambientales. El gobierno mexicano ha incorporado instrumentos económicos que obedecen a la vertiente de la economía ambiental, es decir, consideran que “*las fallas de mercado, aunque no estén relacionadas directamente con el uso de los recursos naturales, [...], pueden llevar a resultados ambientales poco óptimos*” (SEMARNAT, 2006).

La LGEEPA considera como instrumentos económicos los mecanismos normativos y administrativos de carácter fiscal, financiero o de mercado. Mediante estos instrumentos el gobierno busca que las personas asuman los beneficios y costos ambientales que generan sus actividades económicas, y finalmente, incentivar con ello la realización de acciones que favorezcan al ambiente (Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión, 2011 [1988]):

- Instrumentos económicos de carácter fiscal: son los estímulos fiscales que incentiven el cumplimiento de los objetivos de la política ambiental. La LGEEPA estipula que en ningún caso, estos instrumentos se establecerán con fines exclusivamente recaudatorios.
- Instrumentos financieros: son los créditos, las fianzas, los seguros de responsabilidad civil, los fondos y los fideicomisos –cuyos objetivos estén dirigidos a la preservación, protección, restauración o aprovechamiento sustentable de los recursos naturales y el ambiente, así como al financiamiento de programas, proyectos, estudios e investigación científica y tecnológica para la preservación del equilibrio ecológico y protección al ambiente-.
- Instrumentos de mercado: son las concesiones, autorizaciones, licencias y permisos, concernientes a los volúmenes preestablecidos de emisiones de contaminantes en el aire, agua o suelo; los límites de aprovechamiento de recursos naturales; y límites de construcción en áreas naturales protegidas o en zonas cuya preservación y protección se considere relevante desde el punto de vista ambiental.

Con relación a los instrumentos de mercado, la gestión ambiental gubernamental considera importante la eliminación de asimetrías de información para incentivar la

formación de mercados verdes, es decir, se espera que los consumidores tomen decisiones con base en la información del comportamiento de las empresas en materia ambiental (reportes, certificados, etc.) y que éstos favorezcan a las empresas cuyos procesos son amigables con el ambiente o favorables en su conservación (SEMARNAT, 2006). El programa “industria limpia” a cargo de la PROFEPA tiene esta orientación, mismo en el que participa la industria del cemento (se aborda este tema en la sección de autorregulación y auditoría ambiental).

- *Evaluación del impacto ambiental de las actividades cementeras*

En términos generales, el impacto ambiental se refiere a las modificaciones al ambiente derivadas de la actividad del hombre o resultado de fenómenos naturales (Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión, 2011 [1988], Sánchez, 2011).

En particular, en la LGEEPA, la evaluación del impacto ambiental es un procedimiento previo a la realización de las obras y actividades, en el cual se manifiestan los posibles efectos en el ambiente; con ello se busca evitar o reducir los efectos negativos. La SEMARNAT es la secretaría encargada de establecer los lineamientos que se deben observar, así como de evaluar las manifestaciones de impacto ambiental, y finalmente, autoriza la realización de las obras y actividades. La industria del cemento está obligada a cumplir con todo lo referente a la evaluación del impacto ambiental, según está señalado en el Art. 28, fracción II de la LGEEPA. Tal como se señaló al inicio de la sección, es conveniente recordar que la LGEEPA fue expedida en 1988 y que las plantas de cemento ubicadas en la zona de estudio –y la mayoría del país- iniciaron operaciones antes de que se promulgara esta Ley, por lo que no existen dichas manifestaciones de impacto ambiental.

- *Normas oficiales mexicanas en materia ambiental: la NOM-040-SEMARNAT-2002*

En la LGEEPA se estipula que las Normas Oficiales Mexicanas (NOM) en materia ambiental son expedidas con el fin de garantizar la sustentabilidad de las actividades económicas y tendrán el objeto de (Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión, 2011 [1988]: 27-28):

- I.- Establecer los requisitos, especificaciones, condiciones, procedimientos, metas, parámetros y límites permisibles que deberán observarse en regiones, zonas, cuencas o ecosistemas, en aprovechamiento de recursos naturales, en el desarrollo de actividades económicas, en el uso y destino de bienes, en insumos y en procesos;
- II.- Considerar las condiciones necesarias para el bienestar de la población y la preservación o restauración de los recursos naturales y la protección al ambiente;
- III.- Estimular o inducir a los agentes económicos para reorientar sus procesos y tecnologías a la protección del ambiente y al desarrollo sustentable;
- IV.- Otorgar certidumbre a largo plazo a la inversión e inducir a los agentes económicos a asumir los costos de la afectación ambiental que ocasionen, y
- V.- Fomentar actividades productivas en un marco de eficiencia y sustentabilidad.

El antecedente de esta norma es la NOM-040-ECOL-2002, la cual fue publicada en el 2002, y posteriormente, en 2003 se reformó su nomenclatura quedando con la denominación actual (SEMARNAT, 2002; 2003; 2004). En 2004 se modificó, en la tabla que especifica los niveles máximos permisibles de emisión de partículas, el pie de página que establecía que la trituración, molienda y enfriamiento del clinker sería considerando condiciones normales, base seca y corregido al 7% de oxígeno (O<sub>2</sub>) en volumen, eliminándose el factor de corrección debido a que dicho porcentaje distorsionaba en forma importante los resultados de las mediciones (SEMARNAT, 2004).

La NOM-040-SEMARNAT-2002 dicta los niveles máximos permisibles de emisiones a la atmósfera derivados de la fabricación de cemento hidráulico, la

norma está dividida en emisión de partículas, emisiones de gases, otras emisiones, tales como los COP y COV, y uso de combustibles de sustitución o alternativos.

Los niveles máximos permisibles de emisión de partículas a la atmósfera proveniente de fuentes fijas dedicadas a la fabricación de cemento hidráulico que utilicen combustibles convencionales (SEMARNAT, 2002; 2004) se expresan en la tabla 4.1.

**Tabla 4.1**  
**Niveles máximos permisibles de emisión de partículas**

<u>Operación</u>	<u>Niveles máximos</u>
Trituración <sup>(1)(3)</sup>	80 mg/m <sup>3</sup>
Molienda de materia prima <sup>(1)(3)</sup>	80 mg/m <sup>3</sup>
Molienda de cemento hidráulico <sup>(1)(3)</sup>	80 mg/m <sup>3</sup>
Enfriamiento de clinker <sup>(1)(3)</sup>	100 mg/m <sup>3</sup>
Calcinación de clinker <sup>(2)(3)</sup>	0,15°C kg de partículas/ton de materia prima alimentada

Fuente: elaborado con base en Semamat (2002), NOM-040-ECOL-2002, Diario Oficial, México, 18 diciembre 2002; (2004), NOM-040-SEMANART-2002, Diario Oficial de la Federación, México, 20 abril 2004.

(1) Condiciones normales, base seca. Según la NOM-040-SEMANART-2002, por condiciones normales se entiende el volumen de un gas cuando es medido a la temperatura de 298 K (25°C) y a la presión de 101 325 pascales (760 mm de Hg); y por base seca se entiende la medida de una sustancia sin considerar su contenido

(2) La NOM-040-SEMANART-2002 señala que si C es la cantidad de material alimentado al horno de calcinación, en toneladas por hora base seca, el máximo permisible de la emisión será 0,15°C (kg/h).

(3) La frecuencia de medición es anual y el método de medición está sujeto a la NMX-AA-010-SCFI-2001 (Método isocinético). La NMX-AA-010-SCFI-2001 regula la contaminación proveniente de fuentes fijas y se emplea para la determinación de la emisión de partículas contenidas en los gases que fluyen por un conducto mediante el método isocinético, publicada en el DOF el 18 de abril de 2001.

Los niveles máximos permisibles de emisión a la atmósfera de gases provenientes de los hornos de calcinación de clinker que utilicen combustibles convencionales se muestran en el cuadro 4.7.

**Cuadro 4.7**  
**Niveles máximos permisibles de emisión de gases <sup>(1)</sup>**

Parámetro	Cemento blanco			Cemento gris		
	mg/m <sup>3</sup>			mg/m <sup>3</sup>		
	ZMCM	ZC	RP	ZMCM	ZC	RP
Bióxido de azufre (SO <sub>2</sub> )	400	2200	2500	400	800	1200
Óxidos de nitrógeno (NO <sub>x</sub> ) <sup>(2)</sup>	800	1400	1600	800	1000	1200
Monóxido de carbono (CO)	3000	3500	4000	3000	3500	4000

Fuente: elaborado con base en Semarnat, 2002, "NOM-040-ECOL-2002", *Diario Oficial*, México, 18 diciembre 2002; 2004, "NOM-040-SEMANART-2002", *Diario Oficial de la Federación*, México, 20 abril 2004.

(1) Condiciones normales, base seca, corregido al 7% de oxígeno (O<sub>2</sub>) en volumen.

(2) Medido y determinado como óxido de nitrógeno (NO).

ZMCM: Zona Metropolitana de la Ciudad de México.

ZC: Zonas Críticas. Zona Norte, las zonas metropolitanas de Monterrey y Guadalajara; los centros de población de Coatzacoalcos-Minatitlán, Irapuato-Celaya-Salamanca, Tula-Vito-Apasco (municipios de Tula de Allende, Tepeji de Ocampo, Tlahuelilpan, Atitalaquia, Atotonilco de Tula, Tlaxcoapan y Apaxco en los estados de Hidalgo y de México); corredor industrial de Tampico-Madero-Altamira.

RP: Resto del país.

La frecuencia de medición para cada uno de los gases es anual. En cuanto a los métodos de medición, la NMX-AA-055-1979 que trata del principio de infrarrojo no dispersivo o equivalente se aplica a las mediciones de bióxido de carbono, en tanto que para las mediciones de óxidos de nitrógeno se utiliza el método de quimiluminiscencia o equivalente y la NMX-AA-035-1976 señala el principio de infrarrojo no dispersivo o equivalente que se utiliza en las mediciones del monóxido de carbono (SEMARNAT, 2002, 2004).

La norma también indica los niveles autorizados para la sustitución de combustibles convencionales (cuadro 4.8). Todos los puntos de la norma son importantes, pero éste reviste una importancia especial dado que una de las estrategias que está impulsando la industria a nivel global es el incremento del uso de combustibles alternos. En este sentido, la industria global del cemento está interesada en una mayor flexibilidad de las legislaciones ambientales y en "sensibilizar" al público en general sobre la viabilidad de esta opción.

**Cuadro 4.8**

<b>Nivel de cumplimiento, tipo y volumen de combustible de sustitución</b>			
Sustitución de combustible convencional* (%)	Llantas	Combustible de recuperación	Combustible formulado
0 a 5	Nivel 0	Nivel 0	Nivel 1
5 a 15	Nivel 1	Nivel 1	Nivel 2
15 a 30	Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3
> 30	Nivel 2	Sujeto a validación	

Fuente: elaborado con base en Semarnat, 2002, "NOM-040-ECOL-2002", *Diario Oficial*, México, 18 diciembre 2002; 2004, "NOM-040-SEMANART-2002", *Diario Oficial de la Federación*, México, 20 abril 2004.

\* Sustitución máxima total en cualquier momento con base en el poder calorífico del combustible convencional.

Para efectos de la norma los combustibles se dividen en (SEMARNAT, 2002):

- Combustible convencional, son los combustibles fósiles como el gas natural y el carbón mineral, los derivados del petróleo (gas LP), gasóleo, diesel, combustóleo y coque de petróleo.
- Combustible de recuperación, aquellos materiales o residuos con poder calorífico superior a los 15 megajoules por kilogramo (15 (MJ/kg) como, de manera enunciativa mas no limitativa, aceites y grasas lubricantes gastados, textiles impregnados con los mismos, llantas usadas y nuevas, y otros residuos clasificados por la normatividad ambiental vigente como no peligrosos, que no requieren formulación.
- Combustible formulado, combustible derivado de una mezcla controlada de varias corrientes de residuos peligrosos, con poder calorífico susceptible de ser recuperado y que es elaborado por una planta formuladora autorizada por la Secretaría [SEMARNAT]. Se excluyen en su composición los siguientes residuos: plaguicidas, dioxinas policloradas, dibenzofuranos policlorados, desechos radioactivos, gases comprimidos, residuos biológico-infecciosos, compuestos organoclorados y cianuros.

Por último el cuadro 4.9 se refiere a los métodos o principios de medición de los niveles máximos permisibles de emisiones a la atmósfera.

**Cuadro 4.9**

**Niveles máximos permisibles de emisiones a la atmósfera <sup>(1)</sup>**

Parámetro	Límites de emisión mg/m <sup>3</sup>	Frecuencia de emisión		Método o principio de medición
		Nivel 2	Nivel 3	
CO <sup>(2)</sup>	Cuadro 4.7	Anual	Continuo	Infrarrojo no dispersivo NMX-AA-035-1976
HCl	70	Semestral	Continuo	Infrarrojo no dispersivo NMX-AA-070-1980
NOx <sup>(2)</sup>	Cuadro 4.7	Anual	Continuo	Quimiluminiscencia
SO <sub>2</sub> <sup>(2)</sup>	Cuadro 4.7	Anual	Continuo	Infrarrojo no dispersivo NMX-AA-55-1979
HCt (como CH <sub>4</sub> )	70	Semestral	Continuo	Ionización de flama
Partículas	Tabla 4.1	Anual	Anual	Isocinético NMX-AA-2001
Sb, As, Se, Ni, Mn	0,7 <sup>(3)</sup>	Anual	Semestral	Espectrometría de absorción atómica o equivalente
Cd	0,07	Anual	Semestral	
Hg	0,07	Anual	Semestral	
Pb, Cr, Zn	0.7 <sup>(3)</sup>	Anual	Semestral	
Dioxinas y furanos	0,2 (ng/EQT/m <sup>3</sup> )	Bienal	Anual	Cromatografía de gases de alta resolución de acoplado a espectrometría de masas de alta resolución

Fuente: elaborado con base en Semarnat, 2002, "NOM-040-ECOL-2002", *Diario Oficial*, México, 18 diciembre 2002; 2004, "NOM-040-SEMANART-2002", *Diario Oficial de la Federación*, México, 20 abril 2004.

(1) Todos los valores están referidos a condiciones normales base seca, corregido al 7% de oxígeno (O<sub>2</sub>) en volumen.

(2) De acuerdo a la localización del establecimiento.

(3) Suma total metales pesados.

- *Autorregulación y auditoría ambiental*

La SEMARNAT a través de la Procuraduría Federal de Protección Ambiental (PROFEPA) se encarga de vigilar y evaluar el cumplimiento de las disposiciones jurídicas aplicables a la prevención y control de la contaminación ambiental, entre otras atribuciones, tales como, sancionar y en su caso remitir a las autoridades correspondientes los casos de incumplimiento (Cámara de Diputados del H.

Congreso de la Unión, 2004 [1988]). Al iniciar sus funciones<sup>48</sup>, la Procuraduría se encontró con una situación ambiental grave y como estrategia recurrió a la implementación de programas que incentivaran la autorregulación en lugar de privilegiar medidas coercitivas.

En la década de los noventa, para resolver el grave dilema que enfrentaba el gobierno federal, cuando en 1992 el programa de verificación industrial de la profepa (sic) constató las graves irregularidades que presentaban las industrias federales estratégicas de la nación como las termoeléctricas, las refinerías o las cementeras en el cumplimiento de la normatividad ambiental, pero cuya clausura implicaría impensables costos para la economía nacional, la auditoría ambiental surgió como una solución ideal para regularizar a las industrias federales, sin ocasionar impactos económicos y sociales insalvables. (SEMARNAT, 2006: 372-373).

Desde entonces, en México, la gestión ambiental gubernamental ha privilegiado los mecanismos voluntarios a los coercitivos (SEMARNAT, 2006), hecho que ha quedado patente en la expedición del nuevo reglamento de la LGEEPA en materia de autorregulación y auditorías ambientales (antes de 2010 se denominaba “en materia de auditoría ambiental”). El Art. 38 de la LGEEPA contempla que los productores o empresas podrán desarrollar procesos voluntarios de autorregulación ambiental con los cuales superen su desempeño ambiental, más allá de la legislación y normatividad vigente. La revisión del cumplimiento de los objetivos de la autorregulación así como de la legislación y normatividad es a través de la auditoría ambiental, que de acuerdo al Art. 38 BIS de la misma Ley, es un mecanismo voluntario. Por su parte, el gobierno establece un sistema de certificación gradual de los procesos, productos y servicios-, con el cual pretende

---

<sup>48</sup> Aquí de nuevo hay que advertir que si bien la PROFEPA empezó a inspeccionar en 1992, para el caso de la industria del cemento, la norma se expidió en el 2002. Entonces, ¿qué parámetros se utilizaban como referencia en las inspecciones? En entrevista con Jaime Eduardo García Sepúlveda, director general de operación y control de auditorías de la PROFEPA, señaló que se recurrían a las mejores prácticas internacionales. En este sentido, cabe destacar la labor que ha realizado la CSI en el establecimiento de metodologías estandarizadas de medición de emisiones, las cuales son referencia tanto para la industria en general, aun cuando no estén asociadas las empresas, como en programas gubernamentales; por ejemplo, el Programa GEI México que más adelante se abordará.

inducir patrones de consumo compatibles con el ambiente (Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión, 2007 [1988]; 2011 [1988]).

De los artículos referidos se desprenden tres conceptos importantes para esta investigación: autorregulación, desempeño ambiental y auditoría ambiental. El Art. 2 del reglamento de la LGEEPA (Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión, 2010: 1) en materia de autorregulación y auditorías ambientales los define como:

...

IV. Auditoría Ambiental: Examen metodológico de los procesos de una empresa respecto de la contaminación y el riesgo ambiental, el cumplimiento de la normatividad aplicable, de los parámetros internacionales y de buenas prácticas de operación e ingeniería, inclusive de procesos de Autorregulación para determinar su Desempeño Ambiental con base en los requerimientos establecidos en los Términos de Referencia, y en su caso, las medidas preventivas y correctivas necesarias para proteger al ambiente;

V. Autorregulación: Proceso voluntario mediante el cual, respetando la legislación y normatividad vigente que le aplique, la Empresa se establece un conjunto de actividades y se adoptan normas complementarias o más estrictas, a través de las cuales se mejora el Desempeño Ambiental y se obtienen mayores logros en materia de protección ambiental, cuya evaluación podrá efectuarse a través de la Auditoría Ambiental;

...

IX. Desempeño Ambiental: Resultados cualitativos de la operación y funcionamiento de una Empresa respecto a sus actividades, procesos y servicios, que interactúan o pueden interactuar con el ambiente;

Como se observa, el gobierno busca incentivar la participación de las empresas tanto en el cumplimiento como en el establecimiento de buenas prácticas que superen los estándares de la legislación y normatividad. Por buenas prácticas, se entienden los “[p]rogramas, políticas o acciones desarrolladas, implementadas y mantenidas por la [e]mpresa y que están orientadas a la prevención de la contaminación y a la administración del riesgo ambiental” (Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión, 2010: 1). A diferencia de la administración ambiental,

definida por el anterior reglamento en materia de auditoría ambiental, como el “[c]onjunto sistematizado de acciones que establece una empresa para el control, preparación, ejecución, registro y proyección de sus actividades y procesos, con el propósito de prevenir la contaminación ambiental y proteger y preservar los recursos naturales” (Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión, 2000:1); las buenas prácticas contemplan, adicionalmente, la administración del riesgo ambiental.

A la posibilidad de ocurrencia de emergencias ambientales se le denomina riesgo ambiental (Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión, 2010). La administración del riesgo ambiental supondría minimizar la posibilidad de ocurrencia de eventos derivados de actividades antropogénicas que impliquen la liberación de materiales peligrosos -o energía- en cantidades que puedan representar un daño a la población y medio ambiente, y en caso de ocurrencia, la existencia de planes de contingencia. La reglamentación considera planes de acción, que son documentos derivados de la auditoría ambiental; y que contienen medidas preventivas (minimización de riesgos) y correctivas (planes de contingencia), así como plazos para su realización (Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión, 2010: 5):

- a. Medidas preventivas, que son aquellas que se aplican a equipos, actividades, procesos, programas, procedimientos, prácticas, vehículos o sistemas de cualquier naturaleza de una Empresa, con el objeto de reducir desde la fuente o evitar la generación de contaminantes, reducir riesgos, prevenir contingencias ambientales y evitar el aprovechamiento inadecuado de los recursos naturales, y
- b. Medidas correctivas, que son las que se aplican a los equipos, actividades, procesos, programas, procedimientos, prácticas, vehículos o sistemas de cualquier naturaleza de una Empresa, con el objeto de controlar la contaminación ambiental o de restaurar, recuperar, remediar, compensar, o minimizar los daños causados al ambiente o a los recursos naturales.

El Plan Nacional de Auditoría Ambiental (PNAA), a cargo de la PROFEPA, busca fomentar la realización de auditorías ambientales, otorgando un Certificado a

aquellas que cumplen con lo siguiente (Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión, 2010: 4):

- Solicitud de certificación.
- Presentación del informe de auditoría ambiental.
- Plan de acción, y cuando así lo determine la Procuraduría.
- Certificación.

De acuerdo a la actividad de la empresa, la PROFEPA podrá expedir un Certificado de (Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión, 2010: 8):

- Industria limpia: para obras y actividades del sector industrial.
- Calidad ambiental turística: para obras y servicios del sector turístico.
- Calidad ambiental: para aquellas actividades no contempladas en los anteriores puntos.

Las empresas asumen los costos de su participación durante su permanencia en el PNAA. El Certificado tiene una vigencia de dos años, el cual se puede renovar solicitándolo con al menos 60 días hábiles antes del vencimiento y entregando un informe expedido por un auditor ambiental autorizado por la PROFEPA que acredite el desempeño ambiental de la empresa. Por último la base de las auditorías ambientales son los términos de referencia, es decir, la metodología, requisitos y parámetros, mismos que son emitidos a través de las normas mexicanas (Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión, 2010), en este caso la NOM-040-SEMARNAT-2002.

Las certificaciones “industria limpia” otorgadas a las plantas cementeras en el periodo 1997-2013 por la PROFEPA se presentan en el cuadro 4.10. Destaca el hecho de que todas las plantas en operación al 2013 han sido certificadas en algún momento del tiempo, un estudio realizado sobre el Programa de industria limpia, sugiere que las industria sucias son atraídas al programa debido a la presión de los reguladores y que no hay grandes impactos en su desempeño ambiental (Blackman *et al.*, 2010).

**Cuadro 4.10**  
**México, empresas y plantas de la industria del cemento certificadas como**  
**industria limpia por la PROFEPA, 1997-2013**

Empresa/Planta	Localización	Primera certificación	Ultima certificación	Total de certificaciones
Cementos Apasco, S.A. De C.V. Planta Acapulco	Guerrero	2001	2011	6
Cementos Apasco, S.A. De C.V. Planta Apaxco	México	2000	2011	5
Cementos Apasco, S.A. De C.V. Planta Macuspana	Tabasco	2000	2011	6
Cementos Apasco, S.A. De C.V. Planta Orizaba	Veracruz	2000	2012	6
Cementos Apasco, S.A. De C.V. Planta Ramos Arizpe	Coahuila	1999	2012	7
Cementos Apasco, S.A. De C.V. Planta Tecoman	Colima	2000	2013	7
Cementos De Chihuahua, S.A. De C.V. Planta Samalayuca	Chihuahua	1999	2001	2
Gcc Cemento, S.A. De C.V. Planta Samalayuca	Chihuahua	2003	2010	4
Gcc Cementos, S.A. De C.V.	Chihuahua	2002	2011	5
Cementos Moctezuma, S.A. De C.V. Planta Cerritos Tepetzingo	San Luis Potosí	2009	2012	2
	Morelos	2002	2011	5
Cementos Mexicanos, S.A. De C.V. Planta Torreón	Coahuila	1997	2008	6
Cemex México, S.A De C.V. Planta Atotonilco	Hidalgo	1998	2011	7
Cemex México, S.A. De C.V. Planta Barrientos	Distrito Federal	1997	2010	7
Cemex México, S.A. De C.V. Planta Ensenada	Baja California	1998	2012	7
Cemex México, S.A. De C.V. Planta Guadalajara	Jalisco	1997	2008	6
Cemex México, S.A. De C.V. Planta Hermosillo	Sonora	2000	2009	5
Cemex México, S.A. De C.V. Planta Hidalgo	Nuevo León	2000	2008	4
Cemex México, S.A. De C.V. Planta Huichapan	Hidalgo	1998	2013	8
Cemex México, S.A. De C.V. Planta Mérida	Yucatán	1998	2011	7
Cemex México, S.A. De C.V. Planta Monterrey	Nuevo León	1998	2012	6
Cemex México, S.A. De C.V. Planta Tamuin	San Luis Potosí	2000	2006	4
Cemex México, S.A. De C.V. Planta Tepeaca	Puebla	2001	2010	4
Cemex México, S.A. De C.V. Planta Valles	San Luis Potosí	2000	2006	4
Cemex México, S.A. De C.V. Planta Yaqui	Sonora	1998	2013	7
Cemex México, S.A. De C.V. Planta Zapotiltic	Jalisco	2000	2011	6
Cementos y Concretos Nacionales, S.A. De C.V.	Aguascalientes	2002	2013	4
CYCNA de Oriente, S.A. de C.V.	Puebla	2009	2013	3
Cooperativa La Cruz Azul, S.C.L. Planta Hidalgo	Hidalgo	1999	2011	6
Sociedad Cooperativa Manufacturera De Cemento Portland				
La Cruz Azul, S.C.L. Planta Lagunas	Oaxaca	2002	2002	1
Cooperativa La Cruz Azul, S.C.L. Planta Lagunas	Oaxaca	2008	2013	3
Lafarge Cementos, S.A. De C.V.	Hidalgo	1999	2006	3
Lafarge Cementos, S.A. De C.V. Planta Tula	Hidalgo	2007	2011	2
Lafarge Cementos, S.A. De C.V. Planta Vito	Hidalgo	2008	2011	2

Fuente: elaborado con base en PROFEPA, 2011a, "Certificados expedidos 1997-2010", [http://www.profepa.gob.mx/innovaportal/v/533/1/mx/certificados\\_expedidos.html](http://www.profepa.gob.mx/innovaportal/v/533/1/mx/certificados_expedidos.html), (25 enero 2011); 2009, "Certificados emitidos PROFEPA 2009", [http://www.profepa.gob.mx/innovaportal/file/26/1/certificados\\_expedidos\\_2009\\_2.pdf](http://www.profepa.gob.mx/innovaportal/file/26/1/certificados_expedidos_2009_2.pdf), (17 mayo 2013); 2010, "Certificados emitidos PROFEPA 2010", [http://www.profepa.gob.mx/innovaportal/file/26/1/certificados\\_expedidos\\_2010\\_2.pdf](http://www.profepa.gob.mx/innovaportal/file/26/1/certificados_expedidos_2010_2.pdf), (17 mayo 2013); 2011b, "Certificados emitidos PROFEPA 2011", [http://www.profepa.gob.mx/innovaportal/file/26/1/certificados\\_expedidos\\_2011\\_2.pdf](http://www.profepa.gob.mx/innovaportal/file/26/1/certificados_expedidos_2011_2.pdf), (17 mayo 2013); 2012, "Certificados emitidos PROFEPA 2012", [http://www.profepa.gob.mx/innovaportal/file/26/1/certificados\\_expedidos\\_2012\\_2.pdf](http://www.profepa.gob.mx/innovaportal/file/26/1/certificados_expedidos_2012_2.pdf), (17 mayo 2013); 2013, "Certificados expedidos 2013", [http://www.profepa.gob.mx/innovaportal/v/4636/1/mx/certificados\\_expedidos\\_2013.html](http://www.profepa.gob.mx/innovaportal/v/4636/1/mx/certificados_expedidos_2013.html), (12 agosto 2013).

En la última sección se abordan aspectos que hacen tangencia entre la problemática ambiental nacional y la internacional: el combate al cambio climático y las emisiones de contaminantes.

#### 4.3.2 Emisiones de contaminantes y cambio climático

México ha suscrito diversos convenios y protocolos internacionales en materia ambiental (tabla 4.2). Para los fines de este estudio, destacan los convenios de Estocolmo, Rotterdam, Cambio Climático y el Protocolo de Kyoto, los primeros dos porque los contaminantes a los que se refieren están considerados en el Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes (RECT). El RECT es uno de los instrumentos de regulación de sustancias químicas.

En cuanto al cambio climático, es un tema que ha concentrado la atención pública, y también, un área en la cual las empresas han implementado medidas para reducir sus emisiones de GEI. Tema que atañe en particular a la industria del cemento, que como se recordará es causante de aproximadamente el 5% de las emisiones globales de GEI (Herzog, 2009: 2).

- *Cambio climático*

En el ámbito internacional, los grupos de trabajo formal sobre el cambio climático se conformaron hacia finales de la década de 1970 –Primera Conferencia Mundial sobre el Clima, Programa Mundial sobre el Clima y el Programa Mundial de Investigaciones Climáticas-. Después, se crearía el Panel Intergubernamental de Cambio Climático en 1988. México se adhiere a estos trabajos al signar la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático en 1992 iniciando posteriormente las publicaciones de los inventarios nacionales de emisiones de gases de efecto invernadero. (Comisión Intersectorial de Cambio Climático, 2012).

**Tabla 4.2**

**Convenios y protocolos internacionales firmados por México  
en materia ambiental**

Acuerdo	Contenido	P	F
Ramsar	Convención de Ramsar relativa a los humedales de importancia internacional, especialmente como hábitat de aves acuáticas de 1971.	1986	
Patrimonio	Convenio sobre la protección del patrimonio mundial, cultural y natural de 1972.	1984	
CITES	Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres de 1973.	1991	
Especies migratorias	Convención sobre la conservación de las especies migratorias de animales silvestres de 1979.		
Derecho del mar	Convención de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar de 1982.	1982	1983
Viena	Convenio de Viena para la protección de la capa de ozono de 1985.	1985	1987
Montreal	Protocolo de Montreal relativo a las sustancias que agotan la capa de ozono de la Convención de Viena de 1987.	1987	1988
Basilea	Convenio de Basilea sobre el control de los movimientos transfronterizos de los desechos peligrosos y su eliminación de 1989.	1989	1991
Diversidad Biológica	Convenio sobre la Diversidad Biológica de 1992.	1992	1993
Cambio Climático	Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático de 1992.	1992	1992
Desertificación	Convención de las Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación en los países afectados por sequía grave o desertificación, en particular en África de 1994.	1994	1995
Kyoto	Protocolo de Kyoto de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático de 1997.	1998	2000
Rotterdam	Convenio de Rotterdam sobre el procedimiento de consentimiento fundamentado previo aplicable a ciertos plaguicidas y productos químicos peligrosos objeto de comercio internacional de 1998.	...	2005
Cartagena	Protocolo de Cartagena sobre Seguridad de la Biotecnología del Convenio sobre la Diversidad Biológica de 2000.	2000	2002
Estocolmo	Convenio de Estocolmo sobre contaminantes orgánicos persistentes (COPs) de 2001.	2001	2003

Fuente: elaborado con base en CEPAL, 2010, Anuario Estadístico de América Latina y el Caribe 2009, tabla 3.8.1.3 Acuerdos multilaterales ambientales, Santiago de

Notas: P, parte; F, firma.

Sin embargo, el tema del cambio climático aparece como un punto específico hasta el Plan Nacional de Desarrollo 2007-2012 y con relación a éste se publicaría el Programa Especial de Cambio Climático 2009-2012.

Al final del período 2007-2012 se promulgó la Ley General de Cambio Climático en junio de 2012 entrando en vigor en octubre de dicho año, y como parte de la estrategia, el Instituto Nacional de Ecología cambió de denominación al atribuírsele las cuestiones del cambio climático como parte de sus objetivos, quedando como Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión, 2012).

En la Estrategia Nacional de Cambio Climático Visión 10-20-40 (ENCC), uno de los ejes temáticos que en particular se refiere a la industria del cemento es de reducir la intensidad energética, para ello, se propone como una línea de acción el impulso de tecnologías de alta eficiencia energética, sustitución de combustibles, rediseño de procesos industriales y tecnologías de captura de emisiones de CO<sub>2</sub>. (SEMARNAT, 2013a: 49). Cabe recordar, que las empresas de la industria del cemento tanto a nivel individual como agregado llevan a cabo de manera permanente investigación y desarrollo de tecnología en busca de mayor eficiencia, también que estas líneas de acción de la ENCC son compatibles con las estrategias propuestas en la *Agenda* de la CSI desde el 2002.

- *Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes*

Los antecedentes de los registros de emisiones y transferencia de contaminantes se remontan a los acuerdos relacionados con el uso de sustancias químicas. En la década de 1990 la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) promovió entre los países que la conforman la adopción de los RECT como un instrumento de prevención y control de la contaminación que coadyuvara al logro de la sustentabilidad. Esta clase de registro consiste en el reporte periódico, con carácter público, de las emisiones y transferencias de diversos

grupos de sustancias químicas, con potencial dañino al ambiente, generadas por las empresas. La finalidad es que la información permita la comparación entre las empresas sujetas a reporte, de modo que las diversas partes interesadas cuenten con un instrumento que les permita exigir una mejoría a las empresas cuyo desempeño está por debajo del promedio. (OCDE, 1996).

En México se adoptó este Registro con la promulgación del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la protección al Ambiente en materia de Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes en 2004. Según lo establecido en el Art. 17 Bis, la fabricación de cemento queda sujeta al reporte en los términos del RECT (Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión, 2004), es decir, de acuerdo con las especificaciones y umbrales establecidos en la Normas Oficiales Mexicanas, en este caso la NOM-040- SEMARNAT-2002.

- *Reporte de emisiones de GEI*

Uno de los instrumentos para la promoción de estrategias de reducción de emisiones de GEI es la creación de programas voluntarios, tal es el caso del Reporte de emisiones GEI México, creado en asociación entre la SEMARNAT, la Comisión de Estudios del Sector Privado para el Desarrollo Sustentable (CESPEDES), el Instituto de Recursos Mundiales (*World Resources Institute*) y el WBCSD, en el cual las empresas participan desde 2005 (SEMARNAT *et al.*, 2010a).

En este programa participan la mayoría de las empresas cementeras establecidas en México, la metodología que siguen para la medición de las emisiones es la desarrollada en el protocolo de la CSI. La siguiente información se presenta como un primer acercamiento al reporte de las emisiones (cuadro 4.11), para una mejor comprensión de los datos se requiere mayor desagregación. Hasta el informe de 2011, los detalles de la información de los reportes dependían de las empresas, presentando algunas de ellas, como es el caso de la Cruz Azul, reportes

detallados. Posteriormente se estandarizó la forma de presentar la información, siendo ésta datos agregados.

**Cuadro 4.11**  
**Empresas participantes en el programa GEI México**  
**Emisiones directas (alcance 1)**  
 (t CO<sub>2</sub>e/t clinker)

	2005	2006	2007	2008
CEMEX	14 053 971	15 096 935	15 286 872	13 803 700
Holcim Apasco	4 761 182	5 235 735	5 056 702	4 864 796
Cooperativa La Cruz Azul	3 237 513	3 295 750	3 053 663	3 096 609
Cemento Moctezuma	2 231 321	2 848 890	3 192 095	3 109 973
Grupo Cementos Chihuahua	1 235 000	1 376 000	1 423 000	1 156 000
	<b>25 518 987</b>	<b>27 853 310</b>	<b>28 012 332</b>	<b>26 031 078</b>

Fuente: elaborado con base en Semarnat *et al.*, 2010b, "Reportes de inventario", Programa GEI México, <http://www.geimexico.org>, (22 de junio 2010 y 12 enero 2011).

Nota: Emisiones de alcance 1 comprende las emisiones totales directas de CO<sub>2</sub> cuya fuente de emisión se desprende del proceso (CO<sub>2</sub> total de materia prima) y por combustión (CO<sub>2</sub> total de combustibles) y se calcula según lo establecido en el Protocolo CSI.

El programa GEI México es un ejemplo de la toma de conciencia colectiva y organización social, así como del trabajo conjunto del sector privado con el gobierno y organismos internacionales, en la implantación de estrategias tendientes a aminorar los impactos negativos en el ambiente. Sin embargo, se requiere de mayor participación de la sociedad para apoyar los esfuerzos gubernamentales y privados, asimismo, fortalecer las políticas orientadas a la prevención y mitigación de la contaminación.

Centrando la atención en la industria del cemento, se observa que además de estar obligada tanto al cumplimiento de la norma como al reporte en el RETC, también participa de modo voluntario en los programas de industria limpia y GEI México.

De igual manera, se observó que hay una relación entre la producción de cemento y el ciclo económico del país y que si bien, como consecuencia de la crisis

económica y financiera de 2007, se habían perdido empleos directos en la industria, éstos han recuperado su nivel previo. Y que en cuestiones técnicas, la industria presenta niveles de eficiencia cercanos al estándar internacional desde la década de 1970.

Estos aspectos que fueron tratados de modo general, y son un primer acercamiento a los impactos de la industria, serán revisados focalizándolos en la zona Tula-Atotonilco-Apaxco. En particular, es de interés estudiar la emisión de contaminantes y el empleo. Se tiene conciencia que los tópicos de la esfera social son muy diversos y amplios; sin embargo, la emisión de contaminantes que es un factor que influye en la salud y la generación de empleo son dos aspectos que se derivan directamente de la actividad de la industria y que afectan a la comunidad de modo directo.

## **Capítulo V**

### **Sustentabilidad social:**

#### **impacto de la actividad de la industria del cemento en Tula de Allende, Atotonilco de Tula y Apaxco**

---

En la esfera social se cruzan los impactos económicos y ambientales, las comunidades son las primeras en ser beneficiadas por la creación de empleo o sufrir la pérdida de éstos, de igual manera, son las primeras en presentar problemas de salud asociados con la emisión de contaminantes; entre otros impactos que se pueden derivar de las actividades económicas. Por este motivo, es conveniente centrarse en una región para estudiar los impactos de la industria del cemento.

La zona que comprende Tula de Allende, Atotonilco de Tula y Apaxco presenta la peculiaridad de concentrar a cinco de las 33 empresas cementeras del país, inclusive, en otros municipios de Hidalgo hay otras dos empresas y en el Estado de México una más. Las características geográficas de la región son las que han propiciado que se asiente esta industria y otras conexas, como es la calera.

El objetivo del capítulo es presentar a grandes rasgos los aspectos socioeconómicos que caracterizan a los habitantes de la zona así como la problemática ambiental que se presenta en la región para enmarcar los impactos asociados con la industria del cemento, emisión de contaminantes y empleo directo.

Con dicha finalidad, en primera instancia se describen las características físicas de la zona; posteriormente, se abordan las características de la población, con énfasis en el grado de marginación de la región. Después, se describe la problemática ambiental de la zona, la cual se deriva tanto del conjunto de industrias asentadas como del vacío que existió por mucho tiempo en materia de legislación ambiental, hecho que se señaló en el capítulo anterior. Se finaliza con

la descripción y discusión de los impactos provenientes de la industria del cemento.

### 5.1 El área de estudio: Tula-Atotonilco-Apaxco

Las materias primas básicas para la elaboración del cemento son la cal, la sílice, la alúmina y el óxido férrico, componentes que están presentes en los recursos naturales de la zona Tula-Atotonilco-Apaxco. Cabe recordar que la Cruz Azul inició sus actividades como fábrica de cal. Son el tipo de suelo y la roca, presente en la superficie, las que han favorecido la actividad cementera. A continuación se hará un breve recorrido por las características geográficas de la zona que han favorecido el desarrollo de la industria del cemento.

- *Tula de Allende*

Tula de Allende colinda al norte con los municipios de Chapantongo, Tepetitlán; al noreste con Tezontepec de Aldama; al este con Tlaxcoapan, Atitalaquia y Atotonilco de Tula; al sur con Tepeji del Río de Ocampo (que es parte de la zona industrial) y al oeste con el Estado de México. Su superficie ocupa el 1.62% del estado de Hidalgo. (INEGI, 2009a).

En cuanto a sus características físicas, el tipo de suelo dominante es el phaeozem (60.18%), que presenta acumulación de materia orgánica y alta saturación con bases, lo cual favorece la actividad agrícola; de hecho, en Tula de Allende el 53.18% se destina a esta actividad. Otro tipo de suelo presente es el vertisol (20%), caracterizado por ser arcilloso y por un proceso de agrietamiento (en la estación seca) que favorece el reciclado de los elementos (con el agua acumulada en la estación húmeda), contribuyendo de este modo a la recuperación del mismo; por ello es un suelo que propicia el pastizal natural y zonas boscosas, además de ser potencialmente apto para la agricultura. Por último, el leptosol (7%), suelo caracterizado por ser muy somero o superficial sobre roca continua y extremadamente gravilloso -pedregoso-; favorece el pastoreo en estación

húmeda y la tierra forestal. En el caso de Tula de Allende, la zona boscosa es del 7.5%, en tanto que la vegetación de pastizal es del 15.5% (INEGI, 2009a; IUSS, 2007).

La roca predominante es la ígnea intrusiva, en su mayoría de los tipos volcanoclástica (39.18%) y basalto (24%). Le sigue la roca sedimentaria: caliza (2.5%), lutita (2.5%) y caliza-limolita (1%). Las zonas urbanas ocupan el 10.98% de la superficie del municipio. (INEGI, 2009a).

- *Atotonilco de Tula*

Atotonilco de Tula colinda al norte con el municipio Atitalaquia; al noroeste con Tula de Allende; al este con Ajacuba; al sureste con el Estado de México y al suroeste con Tepeji del Río. Su superficie ocupa el 0.58% del estado de Hidalgo. (INEGI, 2009b).

Presenta características físicas parecidas a las de Tula de Allende, el tipo de suelo dominante es el phaeozem (53%) y como se mencionó, este suelo favorece la actividad agrícola, que en el caso de Atotonilco de Tula ocupa el 54.23% de la superficie. Sin embargo, a diferencia de Tula de Allende, el suelo tipo leptosol cubre el 31% y el vertisol, apenas, el 0.23% de la superficie. La vegetación tipo pastizal cubre el 16% del territorio, en tanto que la de matorral el 13% y apenas un 1% es zona boscosa. (INEGI, 2009c; IUSS, 2007).

También predomina la roca ígnea intrusiva, de los tipos volcanoclástica (54%) y basalto (8%). A diferencia de Tula de Allende, en Atotonilco de Tula es más pronunciada la presencia de roca sedimentaria tipo caliza (14%); otra clase presente es la lutita (1%). Las zonas urbanas ocupan el 15.77% de la superficie. (INEGI, 2009b).

- *Apaxco*

Apaxco se encuentra en el Estado de México, ocupando el 0.34% de la superficie. Colinda al noroeste con Hidalgo; al noreste y sur con el municipio de Hueyopxtla y al soroeste con Tequixquiac. (INEGI, 2009c).

En esta zona predomina el leptosol (55.24%), suelo con alto potencial para la actividad agrícola y que de tener una adecuada gestión es sostenible. Sigue el phaeozem (29.55%) y vertisol (6.97%). El principal uso de suelo es el agrícola, al cual se destina el 53.05% de la superficie; la vegetación de matorral cubre el 18.59% del territorio, la de pastizal el 14.52 y la boscosa el 5.6%.

Al igual que en Tula de Allende y Atotonilco de Tula, predomina la roca ígnea intrusiva: volcanoclástico (58.7%) y basalto-brecha volcánica básica (8.42%). Presenta menos variedad de roca sedimentaria: sólo caliza (18%). Las zonas urbanas ocupan el 8.24% de la superficie. (INEGI, 2009c).

## 5.2 Principales características de la población

A nivel nacional, existen contrastes entre los estados de Hidalgo y México; el primero, con una población total de 2 665 018, tiene un índice de marginación de 0.661, que se cataloga como alto, así, ocupa el 6to. lugar en este rubro. En tanto, que el Estado de México, con una población de 15 175 862, tiene un índice de - 0.554 que es bajo, lo que lo coloca en la posición 22. (CONAPO, 2011: 57). Sin embargo, a nivel municipal, la discrepancia entre Atotonilco de Tula, Tula de Allende y Apaxco no es tan notoria. (Cuadro 5.1).

La Región del Valle de Mezquital Sur, donde se localizan Atotonilco y Tula, a diferencia de otras regiones de Hidalgo, se caracteriza por índices de marginación bajos. De los 84 municipios de Hidalgo, Atotonilco y Tula ocupan las posiciones

73 y 78 de marginación, respectivamente<sup>49</sup>. En Atotonilco de Tula, según el Censo 2010, contaba con 31 078 habitantes que vivían en condiciones de marginación baja (-1.2008), lo cual significaba que sólo el 4.47% de la población de 15 años o más era analfabeta (cuando la media del estado era de 10.3%), el 16.69% de esta población no tenía la primaria completa (22.67% estatal). Por otra parte, sólo el 4.94% de los habitantes estaban en viviendas que carecían de drenaje y excusado (6.03% estatal), el 0.91% ocupaba casas sin energía eléctrica - 2.5% estatal-, el 5.99% ocupaba viviendas sin agua entubada (9.10% estatal) y el 1.3% vivía en casas con piso de tierra (7.22% estatal). Sin embargo, aunque las condiciones generales de la vivienda se encontraban en mejor situación que el promedio estatal, el 32.71% de las viviendas presentaban algún nivel de hacinamiento, estadístico cercano al promedio estatal de 37.68%. En cuanto a las remuneraciones, el 29.58% de la población ocupada percibía ingresos de hasta 2 salarios mínimos. (CONAPO, 2011: 135).

En lo referente a Tula de Allende, de los tres municipios del estudio, es el que concentra mayor población, 103 919 habitantes. El grado de marginación de Tula es catalogado como muy bajo (-1.356), de la población de 15 años o más, el 3.75% era analfabeta y el 14.56% no tenía la primaria completa. Sobre las condiciones de la vivienda, el 4.43% ocupaba casa sin drenaje ni excusado, el 0.92% estaba en viviendas sin energía eléctrica, el 9.04% residía en casas sin agua entubada y el 2.02% en hogares sin piso. Las viviendas presentan menor hacinamiento que el promedio estatal, 28.60% en Tula y 37.68% en Hidalgo. Como se aprecia, en general Tula presentaba mejores condiciones que Atotonilco y que el promedio estatal, excepto por el porcentaje de ocupantes en viviendas sin agua entubada que representa una cifra similar al promedio del estado. Por otra parte, el 35.87% de la población ocupada percibía ingresos de hasta 2 salarios mínimos. (CONAPO, 2011: 138).

---

<sup>49</sup> Cabe señalar que en cuanto más alejada se encuentre la posición de los primeros lugares, corresponderá a un menor índice de marginación.

**Cuadro 5.1**  
**Características sociodemográficas de la población de Tula-Atotonilco-Apaxco**

Indicador	Índice Desarrollo Humano, 2000							Índice de Marginación, 2010			
	TMI	%AI	%Es	IPIB	IDH	GDH	Lgr	Pob	IMg	GM	Lgr
Nacional	24.9	90.3	62.8	0.721	0.789	MA					
Atotonilco de Tula	21.1	93.3	64.6	0.684	0.795	MA	236	31 078	-1.2008	B	2171
Tula de Allende	22.6	94.8	66.2	0.693	0.800	MA	205	103 919	-1.3562	MB	2262
Apaxco	20.2	92.1	63.2	0.605	0.767	MA	462	27 521	-1.1621	B	2141

Fuente: elaboración propia con base en Consejo Nacional de Población (Conapo), 2000, *Desarrollo Humano, Anexo Estadístico. Índice de desarrollo humano por municipio*, [http://www.conapo.gob.mx/index.php?option=com\\_content&view=article&id=50&Itemid=195](http://www.conapo.gob.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=50&Itemid=195), (09 septiembre 2010); Conapo, 2011, *Índices de marginación por entidad federativa y municipio 2010*, Cuadros B.13 y 15. Población total, indicadores socioeconómicos, índice y grado de marginación y lugar que ocupa en el contexto nacional por municipio [Hidalgo/México], pp. 135-138, 166-170.

Notas:

TMI: tasa de mortalidad infantil.

%AI: porcentaje de las personas de 15 años o más alfabetas.

%Es: porcentaje de las personas de 6 a 24 años que van a la escuela.

IPIB: índice de producto interno bruto per cápita.

IDH: índice de desarrollo humano 2000.

GDH: grado de desarrollo humano.

Pob: población 2010.

IMg: índice de marginación 2010.

GM: grado de marginación.

Lgr: lugar que ocupa a nivel nacional.

Otros: A, alto; MA, medio-alto; M, medio; MB, medio-bajo; y B, bajo.

Por su parte, Apaxco concentraba 27 521 habitantes, de éstos el 5.08% de la población de 15 años o más era analfabeta y el 18.78% tenía la primaria inconclusa, ambos indicadores por encima del promedio estatal de 4.41% y 14.29%. En lo que concierne a las condiciones de las viviendas, el 2.12% ocupaba casas sin drenaje ni excusado (3.18% estatal), el 0.98% vivía en hogares sin energía eléctrica (3.18% estatal), el 10.29% no tenía agua entubada (5.67% estatal) y el 1.91% ocupaba viviendas con piso de tierra (3.94%). Se aprecia que estas condiciones son inferiores al promedio del Estado de México, excepto por el porcentaje que ocupaba viviendas con piso de tierra, indicador que es menor a la media. Sobre el hacinamiento, el 36.39% de las viviendas lo presentaba algún nivel (37.93% estatal). Por otra parte, el 33.38% de la población percibía ingresos de hasta 2 salarios mínimos (35.34% estatal). Este conjunto de indicadores

colocaban a Apaxco en la posición 81 de los 125 municipios. (CONAPO, 2011: 166).

Se observa que los tres municipios presentan condiciones similares en lo que concierne al nivel de marginación; sin embargo, con respecto a sus estados Atotonilco y Tula son lugares con mejores condiciones que el promedio y Apaxco si bien presenta un índice bajo no se encuentra entre los municipios de mejores condiciones.

Otro indicador que sirve de referencia para ubicar las condiciones socioeconómicas de los habitantes de estos municipios es el índice de desarrollo humano (IDH), sin embargo, la última versión de éste corresponde al 2000. Según este índice los tres lugares se clasificaban como desarrollo medio alto, al igual que el índice nacional. Por renglones, Apaxco presentaba una menor tasa de mortalidad infantil, 20.2% en comparación a Atotonilco, 21.1% y Tula 22.6%, aunque los tres se hallaban por debajo del promedio nacional, 24.9%. Ahora bien, el porcentaje de personas de 15 años o más alfabetas era de 94.8% para Tula, 93.3% en Atotonilco y de 92.1% en Apaxco, en general la cobertura era mayor al promedio nacional, 90.3%. Comparando este indicador con el porcentaje de población de 15 o más analfabeta de 2010 (del índice de marginación), se tiene que la cobertura ha aumentado para los tres municipios: Atotonilco, 95.53%; Tula, 96.25%; Apaxco, 94.92% de la población de 15 años o más alfabetas. Con respecto al porcentaje de personas de 6 a 24 años que van a la escuela, los datos del IDH 2000, arrojaban que en Tula era del 66.2%, en Atotonilco el 64.6% y en Apaxco el 63.2%, todos superiores a la media nacional de 62.8%. Sin embargo, con respecto al índice de producto interno bruto per cápita los tres municipios se hallaban por debajo de la media nacional (0.721): Atotonilco (0.684) y Tula (0.693) y Apaxco (0.605). (CONAPO, 2000).

En general se aprecia que los pobladores de estos municipios se encuentran en mejores condiciones socioeconómicas que en otros lugares del país; no obstante, este desarrollo ha sido a costa de un alto impacto ambiental.

### 5.3 Problemática ambiental

La sola presencia de la refinería Miguel Hidalgo de Petróleos Mexicanos (PEMEX) justificaría que la zona de Tula-Atotonilco-Apaxco fuera objeto de vigilancia ambiental, sin embargo, en la región también se asientan la termoeléctrica Francisco Pérez Ríos de la Comisión Federal de Electricidad (CFE), diversos parques industriales como los localizados en Tepeji del Río de Ocampo y Atitalaquia y la presencia de siete plantas de cemento y numerosas fábricas de cal. Aunado a estas actividades coexiste la agricultura de riego, donde hasta un 60% es con uso de aguas negras (Cruz Sánchez, 2011).

De los programas y estudios ambientales en la región destacan:

- La SEMARNAT planteó en 2006 un programa de saneamiento integral en la región Tula-Tepeji, sobre el cual los municipios siguen trabajando en su desarrollo e instrumentación (Instituto Nacional de Ecología/Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa, 2008).
- Corporación para el desarrollo sustentable de la región Tula (CODESURT). Creado en octubre de 2009 durante la administración de Miguel Ángel Osorio Chong, 2005-2011. El CODESURT tenía una orientación principalmente hacia aspectos económicos. No se trataban explícitamente las cuestiones de la problemática ambiental de la región.
- En un estudio sobre partículas suspendidas ( $PM_{10}$ ) en la zona metropolitana de Tula y Tepeji del Río (que incluye a Atotonilco) sobre la calidad del aire, destaca el señalamiento de la escasez de información así como la falta de auditoría a los instrumentos de monitoreo; el primer elemento imposibilitó que se elaborará un indicador de la calidad del aire en la zona, en tanto que el segundo, influye en la calidad de la información recabada. (SEMARNAT, 2011).
- El Instituto Nacional de Ecología en colaboración con la Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa realizó un estudio denominado “Diagnóstico de

compuestos volátiles y H<sub>2</sub>S en aire ambiente en la zona Tula-Vito-Apaxco”, el cual se llevó a cabo en julio de 2008. Del estudio se concluye que:

En general se observa que en ningún sitio, el benceno (el único compuesto volátil para el cual existe una normatividad aunque extranjera), rebasa este límite. Los resultados indican para todos los sitios, niveles de COVs característicos de zonas urbanas y menores a los encontrados en grandes centros urbanos como la ZMVM. Las concentraciones de H<sub>2</sub>S determinadas indican un severo problema del impacto al bienestar de la población por olores desagradables, ya que este contaminante, cuyo aroma se compara con el de huevos podridos, alcanza máximos de 91 ppb, el cual equivale a más de 100 veces el umbral olfativo del ser humano. (INE/UAM-I, 2008: 19).

- Otro estudio realizado por la SEMARNAT en colaboración con la CEPAL tuvo como objeto estimar las externalidades del sector energía en materia de contaminación en las regiones de Tula y Salamanca, en ambos lugares se ubican una termoeléctrica y una refinería de petróleo. En el estudio emplearon la metodología de *vías de impacto*. Es importante resaltar que en la explicación del desarrollo del estudio se menciona que se tuvo que recurrir a fuentes secundarias para suplir la falta de información disponible en el país para evaluar los impactos en salud. También tuvieron limitaciones para valorar los perjuicios en los ecosistemas o en el cambio climático. Los resultados obtenidos indican, para el caso de Tula, que las concentraciones promedio anual de SO<sub>2</sub> estimadas por su modelo sobrepasan el valor establecido por la norma de calidad de aire<sup>50</sup>. En cuanto a las concentraciones promedio estimadas para PM<sub>10</sub> y NO<sub>2</sub> éstas se encuentran dentro de los valores de norma. En lo referente a la **valoración monetaria de las externalidades**, se concluyó que fue de 3.93 dólares por barril de petróleo crudo para la refinería y de 3.63 centavos de dólar por kilowatt hora (kWh) generado por la termoeléctrica. Estas externalidades representan el 11.9% del precio del barril de petróleo crudo (33 dólares) y el 62.6% del costo de generación eléctrica (valor de referencia 5.8 centavos de dólar por kWh), ambos para el año base del estudio, 2004. El estudio estima que el costo total de las externalidades

---

<sup>50</sup> En el estudio usaron como referencia las normas de la Secretaría de Salud: NOM-022-SSA1-1993, NOM-023-SSA1-1993 y la modificación a la NOM-025-SSA1-1993.

ambientales negativas generadas por el sector energético en Tula ascendió a 868 millones de dólares. Otro resultado interesante fue la expedición de la Norma Oficial de Emergencia, NOM-EM-148, por parte de la SEMARNAT en 2004 con el propósito de reducir las emisiones de SO<sub>2</sub> mediante la recuperación de azufre. Asimismo, la recomendación de recopilar información sistematizada sobre la calidad del aire en Tula. (SEMARNAT/CEPAL, 2007; negritas propias).

- También se ha realizado el “Análisis morfológico y químico elemental de las partículas suspendidas de las regiones de Tula y Salamanca” (Sepúlveda Sánchez, 2008). Para el estudio se recolectaron muestras en Tula de Allende y otras localidades de Hidalgo en los meses de febrero y abril, los resultados de los análisis muestran gran variedad en las características de las partículas que abarcan desde manométricas aisladas hasta partículas producto de condensaciones. En cuanto a los elementos presentes destacan el carbono, oxígeno, calcio, aluminio, potasio, sodio, silicio, magnesio, hierro; también se encontraron bario, cobre, azufre y zinc; y aunque de modo escaso se halló titanio, vanadio, plomo, renio, indio y otros metales poco comunes.
- Un problema adicional en la zona fue el conflicto entre pobladores de los municipios de Apaxco y Atotonilco con la empresa Holcim. Un grupo formado por habitantes de estos municipios manifestaron ante la PROFEPA irregularidades en el manejo de residuos peligrosos por parte de Ecoltec, filial de Holcim, encargada de preparar el combustible alternativo que se utiliza en los hornos de cemento. El grupo denunció la incidencia de diversos accidentes desde el 2003. El último de ellos ocurrido en 2009. Hubo una fuga de monómero de acrilato, motivo por el cual presentaron una denuncia popular contra Ecoltec ante la PROFEPA (Greenpeace, 2010b), además de que la comunidad bloqueó el acceso a la planta. Con motivo de la fuga de monómero de acrilato, se realizó un estudio para determinar las afectaciones en la salud de la población de Apaxco-Atotonilco, y resultados preliminares revelaron que el incidente afectó aproximadamente a 30 mil habitantes en 11 comunidades

de los estados de Hidalgo y de México (León, *et al.*, 2010). El hecho más delicado, es que los afectados organizados en el Movimiento Ambientalista Pro-Salud Apaxco-Atotonilco denuncian la muerte por aspiración de gases tóxico de once personas que realizaban labores de limpieza en un río cercano a la empresa (Pro-Salud Apaxco-Atotonilco, 2012). Como resultado de la denuncia, la PROFEPA llevó a cabo un proceso de inspección y verificación de las instalaciones de Ecoltec imponiendo una sanción pecuniaria a la empresa, hecho con el que la Procuraduría dio cierre al caso. (PROFEPA, 2011c). Posteriormente, las autoridades locales levantaron el campamento que la comunidad había montado en las inmediaciones de Ecoltec después del incidente de 2009 y según declaraciones del movimiento Pro-Salud la empresa ha reiniciado sus operaciones (Pro-Salud Apaxco-Atotonilco, 2012).

De los estudios anteriores, el realizado por SEMARNAT/CEPAL (2007) refleja tanto las limitaciones, como el acceso a cifras detalladas de salud, como la complejidad de realizar este tipo de investigaciones. En particular dicho estudio buscó estimar los impactos locales causados por las actividades de la refinería y la termoeléctrica, y asignarles una valoración monetaria. Y con relación a la actividad cementera, el caso de Ecoltec, por un lado hace notar la relevancia que tiene la inspección a las empresas por parte de la autoridad así como la difusión de información resultante, por otro lado, pone de manifiesto que una mala comunicación con la comunidad puede afectar no sólo la relación con ésta, sino la operación de la propia empresa.

A continuación, con el inconveniente de no poder contrastar la información de las empresas con mediciones propias, se presentan las emisiones de contaminantes reportadas por las cementeras en la zona de estudio.

## 5.4 Impactos locales relacionados con las actividades de las cementeras

Los primeros impactos de las actividades de las cementeras son a nivel local. La contaminación afecta en primer lugar a trabajadores y vecinos de las plantas de cemento –por no mencionar el cambio en el paisaje y pérdida de la biodiversidad-. Y cuando una empresa cierra sus operaciones -por ejemplo, por consecuencia de la menor demanda global- se pierden empleos locales directos e indirectos. En particular, en esta sección se van a tratar dos tipos de impactos. Por un lado, las emisiones de contaminantes, y por otro, el número de empleos directos generados por las actividades de las empresas cementeras.

### 5.4.1 Emisión de contaminantes

De la diversidad de contaminantes emitidos a la atmósfera, las emisiones de dióxido de carbono son las que mayor atención han recibido. Las industrias del cemento y la cal reportaron la emisión de 22 064 928 toneladas anuales de CO<sub>2</sub> en 2009. Sin embargo, hay otros contaminantes que por su toxicidad es importante su seguimiento, entre éstos se halla la emisión de furanos que ascendió a 1.81<sup>E-06</sup> ton anuales, según lo reportado al RETC en 2009. Y entre los contaminantes metálicos, las emisiones declaradas de mercurio fueron de 0.46 toneladas anuales. (SEMARNAT, 2009a). (En el anexo 6 se presentan las emisiones reportadas en el período de 2004 a 2009, se puede observar la falta de continuidad en los datos así como la ausencia de mediciones y la inconsistencia de las mismas –por ejemplo, lo reportado de CO<sub>2</sub>).

En cuanto a las emisiones por estado, en Hidalgo, en el renglón de gases de efecto invernadero se reportaron la emisión de 17 784 130 ton de CO<sub>2</sub> y 3 415 ton de metano en 2009. En lo referente a compuestos orgánicos persistentes, las emisiones ascendieron a 6.70<sup>E-07</sup> ton de dioxinas y 4.60<sup>E-08</sup> de furanos para el mismo año. Y entre los metales, 0.051 ton de mercurio, 0.145 ton de arsénico y 0.056 de cadmio, entre otros. Por su parte, en el Estado de México se reportó la

emisión de 15 253 918 ton de CO<sub>2</sub>, 2.29<sup>E-07</sup> de dioxinas, 7.00<sup>E-09</sup> de furanos, 0.042 ton de mercurio, 0.50 ton de arsénico y 4.069 ton de cadmio. (SEMARNAT, 2009b; ver anexo 7).

A nivel local, se cuenta con el reporte de emisión de contaminantes por empresa. En Atotonilco se encuentran Cemex y Lafarge, al respecto hay que señalar que las plantas de Lafarge son de menor capacidad que la de Cemex. Por grupo de contaminantes, Cemex reporta cifras similares para dioxinas y furanos, siguiendo éstas una tendencia descendente, 1.48<sup>E-05</sup> ton de dioxinas y 1.48<sup>E-05</sup> ton de furanos en 2004 y 3.32<sup>E-09</sup> ton de dioxinas y 3.32<sup>E-09</sup> ton furanos en 2011. En cuanto a las emisiones de CO<sub>2</sub>, la tendencia es creciente, 849 379 ton en 2004 y 1 056 083 ton en 2011; cabe recordar que la emisión de CO<sub>2</sub> se relaciona de un modo más directo con el nivel de producción de cemento debido a la utilización de combustibles fósiles en tanto que los COP se deben a la utilización de ciertos combustibles alternos, los cuales están limitados por una tasa de uso. También se aprecia el aumento en la emisión de metales: de 0.001 ton de mercurio en 2004 a 0.118 ton en 2011, 0.006 ton y 0.007 de arsénico, respectivamente, y 0.001 ton de cadmio en 2004 y 0.004 ton en 2011. (SEMARNAT, 2009c; SEMARNAT, 2013b; ver cuadro 5.2).

Con respecto al reporte de emisiones de Lafarge, éste ha sido irregular. Se tiene el reporte de dioxinas para el período 2004 a 2006, según el cual, éstas fueron de 9.5<sup>E-08</sup> ton, 1.6<sup>E-07</sup> ton y 1.4<sup>E-07</sup> ton, respectivamente. Sobre las emisiones de CO<sub>2</sub>, la empresa informó las emisiones de 2004 y 2010 para una de sus plantas y en 2011 para ambas, siendo éstas de 244 264 ton en 2004 bajando a 463 ton en 2010, en tanto que fueron de 542 ton y 160 640 ton (planta Vito) en 2011. (SEMARNAT, 2009c; SEMARNAT, 2013b; ver cuadro 5.2).

**Cuadro 5.2**  
**Emisiones de contaminantes en Atotonilco de Tula reportados por Cemex y Lafarge**  
(Toneladas anuales)

Contaminante	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
<b>Cemex</b>								
Compuestos orgánicos persistentes COPs								
Dioxinas	1.48E-05		1.89E-06	1.79E-07	1.48E-08	1.60E-08	3.51E-09	3.32E-09
Furanos	1.48E-05		1.89E-06	1.79E-07	1.48E-08	1.60E-08	3.51E-09	3.32E-09
Gases de efecto invernadero GEI								
Bióxido de carbono	849 379		872 609	1 118 579	1 138 446	1 099 351	1 118 001	1 056 083
Metales								
Mercurio	0.001		0.015	0.015	0.014	0.015	0.125	0.118
Arsénico	0.006		0.007	0.008	0.007	0.007	0.007	0.007
Cadmio	0.001		0.001	0.001	0.001	0.001	0.005	0.004
Cromo (compuestos)	0.007		0.086	0.089	0.079	0.087	0.004	0.004
Plomo (compuestos)	0.004		0.047	0.048	0.043	0.047	0.404	0.382
Hidrocarburos aromáticos y alifáticos								
Benceno	8				9	10	2	2
<b>Lafarge</b>								
Compuestos orgánicos persistentes COPs								
Dioxinas	9.5E-08	1.6E-07	1.4E-07					
Gases de efecto invernadero GEI								
Bióxido de carbono	244 264						463	542
Metales								
Mercurio					0.011			
Arsénico	0.002							
Cromo (compuestos)	0.005	0.002						
Mercurio (compuestos)	0.020	0.005	0.009	0.009			0.023	0.027
Plomo (compuestos)	0.067	0.015	0.029	0.029	0.004		0.066	
Hidrocarburos aromáticos y alifáticos								
Benceno			0.131		0.157		0.955	1.119
<b>Lafarge (Vito)</b>								
Gases de efecto invernadero GEI								
Bióxido de carbono								160 640
Metales								
Mercurio (compuestos)				1.45E-06	0.018			
Plomo (compuestos)				0.000	0.005	0.065		
Hidrocarburos aromáticos y alifáticos								
Benceno			0.073			0.938		

Fuente: elaboración propia con datos de SEMARNAT, 2009c, "Serie: por empresa y grupo de contaminantes", Registro de emisiones y transferencia de contaminantes (RETC), <http://app1.semarnat.gob.mx/retc/retc/index.php>, (22 abril 2011); 2013b, "Resumen RETC 2004-2011", RETC, <http://app1.semarnat.gob.mx/retc/retc/index.php>, (10 julio 2013).

Sin tener elementos para corroborar la veracidad de las cifras reportadas, se puede señalar la diferencia en la disposición para informar de ambas empresas, Cemex denota continuidad en la medición y reporte de emisiones en tanto que la información de Lafarge exhibe irregularidad, siendo que ambas están obligadas a reportar al RETC. Además, mientras que Cemex participa de manera voluntaria en el Programa GEI México, Lafarge no lo hace.

Es conveniente apuntar la diferencia que existe entre los parámetros que señala la NOM-040-SEMARNAT-2002 y los datos reportados en el RETC, mientras que los primeros se refieren a las concentraciones de contaminantes por masa y volumen, los segundos representan las emisiones en masa por tiempo. Por ejemplo, el límite máximo para las dioxinas y furanos es de 0.2 ng/EQT/m<sup>3</sup> y lo que se informa en el RETC son toneladas anuales. Lo anterior significa que es inconveniente hacer una comparación simple entre los parámetros de la norma y los datos del RETC, para hacer una conversión es necesario contar con información adicional, por ejemplo, el número de horas de operación de los hornos de cemento. De ahí la importancia de las auditorías ambientales para verificar que se cumpla con lo establecido por la norma. Al respecto, el certificado de industria limpia otorgado por la PROFEPA avala el cumplimiento de la norma y en ese sentido las empresas de la región están certificadas (ver cuadro 4.10).

Continuando con las emisiones de Cruz Azul en Tula de Allende, por grupo de contaminantes la empresa reportó 6.90<sup>E-08</sup> ton de dioxinas en 2004 y 1.13<sup>E-08</sup> en 2011, en tanto sólo informó sobre furanos en 2004, los cuales fueron de 6.90<sup>E-08</sup> ton. En el reporte de metales no hay continuidad en la serie, éstos fueron 0.141 ton de mercurio, 0.014 ton de arsénico y 0.006 ton de cadmio en 2004 y 0.0005 ton, 2.3 ton y 0.003 ton de cada metal en 2007. (SEMARNAT, 2009c; SEMARNAT, 2013b; ver cuadro 5.3).

Con respecto al CO<sub>2</sub><sup>51</sup>, se tiene que la mayor parte de éstas se debe al proceso de producción de clinker –es parte de la transformación química de los insumos en

---

<sup>51</sup> En el renglón de las emisiones de CO<sub>2</sub> además de la base del RECT se dispone de la información reportada en el Programa GEI México; hay discrepancia entre ambas cifras, para la primera fuente las cifras son menores que en la segunda, dicha diferencia es posible que se deba al tiempo de entrega de los reportes ya que para el caso del Programa GEI México la información está rezagada lo que supondría que la empresa puede verificar sus datos, además que en éste la información estaba proporcionada con mayor detalle (hasta el informe de 2010, después Cruz Azul se ajustó al informe estándar que presenta los datos de modo agregado). Así que aprovechando la información a detalle que la empresa proporcionó para el período 2000 al 2010 se utilizará el reporte que entregó al Programa GEI México para observar las emisiones de CO<sub>2</sub>.

clinker, llamada descarbonatación-, que oscila entre el 61 y 67% del total de emisiones de unidades estacionarias<sup>52</sup> (gráfica 5.1); el resto de las emisiones corresponde al tipo de combustible utilizado para la calcinación. Otro punto interesante es la sustitución de combustóleo por coque de petróleo, dicho cambio se presentó en la empresa en 2008 cuando en general la industria había empezado a utilizarlo como combustible a mediados de la década de 1990 (ver gráfica 4.2), cabe recordar que el coque se está empleando para aminorar el costo de esta parte del proceso. (Semarnat, *et al.*, 2012).

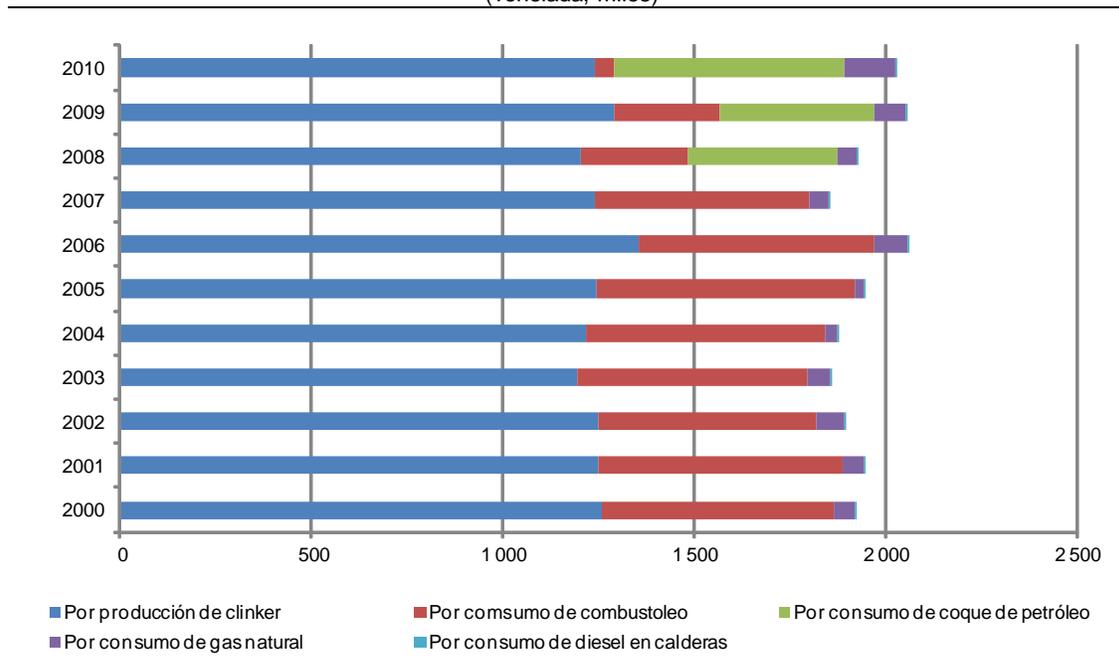
**Cuadro 5.3**  
**Emisiones de contaminantes en Tula de Allende reportados por Cruz Azul**  
 (Toneladas anuales)

Contaminante	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Compuestos orgánicos persistentes COPs								
Dioxinas	6.90E-08		7.75E-08	7.04E-08	4.13E-07	4.13E-07	1.13E-08	1.13E-08
Furanos	6.90E-08							
Gases de efecto invernadero GEI								
Bióxido de carbono	990 494		868 294	1 338 846	1 680 678	1 251 891	1 955 456	2 155 180
Metales								
Mercurio	0.141		0.014	0.0005				
Arsénico	0.014		3.1	2.3				
Cadmio	0.006		0.014	0.003				
Arsénico (compuestos)					0.001	6.55E-05		
Cromo (compuestos)	0.086		0.031	0.014				
Mercurio (compuestos)					0.037	0.001		
Níquel (compuestos)				0.0005				
Plomo (compuestos)	0.46		0.229	0.20				
Hidrocarburos aromáticos y alifáticos								
Benceno	11							

Fuente: elaboración propia con datos de SEMARNAT, 2009c, "Serie: por empresa y grupo de contaminantes", Registro de emisiones y transferencia de contaminantes (RETC), <http://app1.semarnat.gob.mx/retc/retc/index.php>, (22 abril 2011); 2013b, "Resumen RETC 2004-2011", RETC, <http://app1.semarnat.gob.mx/retc/retc/index.php>, (10 julio 2013).

<sup>52</sup> La información que se presenta en el cuadro 5.3 es la declarada por la empresa al RETC, en particular, en el rubro de bióxido de carbono se puede apreciar un incremento substancial de 2004 al 2011. Al respecto, hay que señalar en primer lugar que las cantidades de CO<sub>2</sub> están relacionadas con el volumen de producción de clinker; en segundo, que no se dispone de la especificación de qué mediciones se están declarando. Para el caso de Cruz Azul se cuenta con información detallada de sus emisiones por fuente, así como el volumen de producción en Tula de Allende, de modo que se puede conocer tanto el historial de emisiones como la proporción de toneladas de CO<sub>2</sub> por toneladas de clinker, aspectos que se retoman más adelante. Al contrastar la información que la propia empresa declaró tanto al RECT como al Programa GEI México, se observa que los datos presentados en el RECT se encuentran por debajo de lo declarado a la segunda, excepto para el año de 2011. Esta discrepancia forma parte de los aspectos que se critican de la metodología del RECT y de la consistencia de la información que presenta.

**Gráfica 5.1**  
**Emisiones de CO<sub>2</sub>, unidades estacionarias por fuente.**  
(Tonelada, miles)

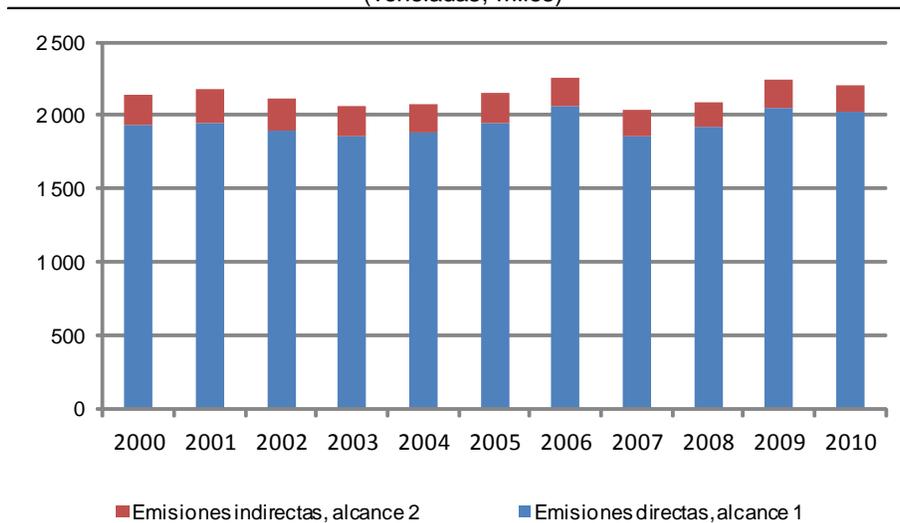


Fuente: elaborado con datos de SEMARNAT et al., 2012. "Cooperativa la Cruz Azul. Reporte Corporativo GEI 2010", Programa GEI México, <http://www.geimexico.org/reportes.html>, (26 noviembre 2012).

La principal fuente de emisión de CO<sub>2</sub> proviene de las emisiones<sup>53</sup> de alcance 1, es decir de la calcinación, uso de calderas y descarbonatación; representan en promedio el 91% de las emisiones de la Cruz Azul y el resto de emisiones indirectas (SEMARNAT, *et al.*, 2012; gráfica 5.2).

<sup>53</sup> Existen tres formas de contabilizar las emisiones, las de alcance 1 que son las que directamente se derivan del proceso de producción –calcineración, calderas, descarbonatación en los hornos-; alcance 2 que provienen de otras etapas del proceso – transporte de las materias primas por la banda, trituración, almacenamiento del clínker, energía eléctrica utilizada en las áreas administrativas, planta de tratamiento de agua residual y aprovechamiento de agua, entre otras etapas-; y las de alcance 3 que son principalmente las relacionadas con la explotación de materias primas, el transporte de materias primas, distribución de cemento y transporte de personal. El reporte del Programa GEI México se refiere a las emisiones de alcance 1 y 2. (SEMARNAT, *et al.*, 2012).

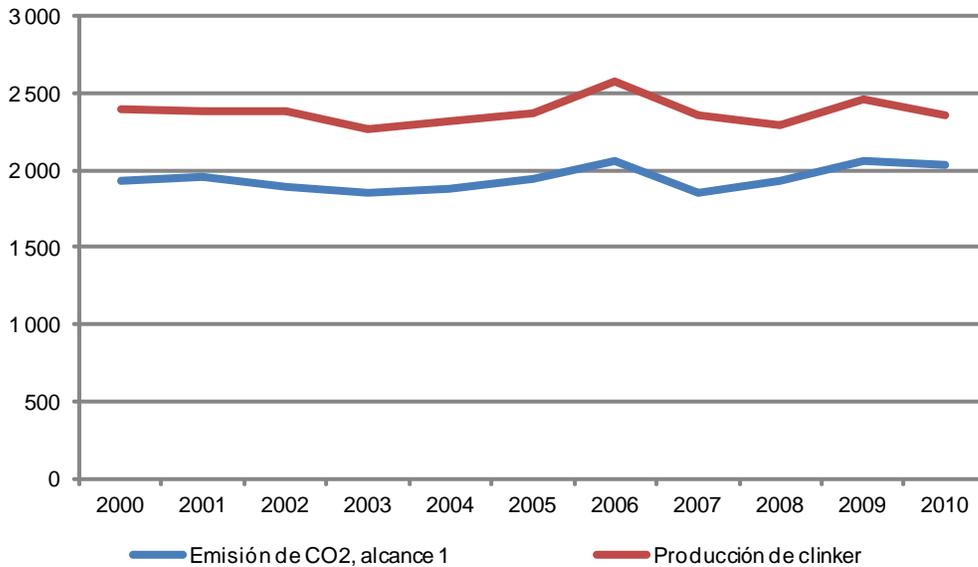
**Gráfica 5.2**  
**Emisiones de CO<sub>2</sub>, directas e indirectas**  
(Toneladas, miles)



Fuente: elaborado con datos de SEMARNAT et al., 2012. "Cooperativa la Cruz Azul. Reporte Corporativo GEI 2010", *Programa GEI México*, <http://www.geimexico.org/reportes.html>, (26 noviembre 2012).

¿A cuánto ascienden las emisiones de CO<sub>2</sub> por tonelada de clinker? Si sólo se consideran las emisiones de alcance 1, en el caso de Cruz Azul, en promedio se emiten 0.82 ton de CO<sub>2</sub> por tonelada de clinker. Por ejemplo, la producción de clinker fue de 2 397 733 toneladas en el 2000 y se emitieron 1 928 938 toneladas de CO<sub>2</sub> las cuales representan el 80.45% del producto, de estas emisiones 1 258 000 se derivan de la descarbonatación y el resto por el uso de combustibles. (Semarnat, *et al.*, 2012; ver gráfica 5.3 y anexo 9). Este es un aspecto nodal de la problemática de la industria del cemento, las emisiones de CO<sub>2</sub> derivadas de su propio proceso de producción y las que se relacionan con el uso de combustibles que se necesita para elevar a altas temperaturas los hornos de cemento. De ahí que una de las líneas estratégicas de la *Agenda* de la CSI sea la investigación de materiales sustitutos del clinker, además de aquellas relacionadas con los combustibles.

**Gráfica 5.3**  
**Producción de clinker y emisiones de CO<sub>2</sub>**  
 (Toneladas, miles)



Fuente: elaborado con datos de SEMARNAT et al., 2012. "Cooperativa la Cruz Azul. Reporte Corporativo GEI 2010", *Programa GEI México*, <http://www.geimexico.org/reportes.html>, (26 noviembre 2012).

Por último, está la emisión de contaminantes de Holcim en Apaxco. En comparación con la información que Lafarge proporciona al RECT, el reporte de Holcim es más regular. Por grupo de contaminantes, las emisiones de dioxinas fueron de 3.80E-08 en 2004 y 3.48E-08 en 2011, hay que señalar, según la información, estas cantidades habían disminuido entre el 2008 y 2010. Con respecto al CO<sub>2</sub>, la tendencia de las emisiones es decreciente, mientras que fueron de 1 071 000 ton en 2006 en el 2011 descendieron a 823 730 ton; sin embargo, es conveniente tener presente que al no tener las cifras de la producción de clinker no se puede determinar si esta disminución obedece a menores niveles de producción o al uso de mejores técnicas de prevención de contaminación. Con respecto a los metales, las emisiones de arsénico fueron de 0.008 ton en 2006 y 0.002 ton de cadmio en 2011. (SEMARNAT, 2009c; SEMARNAT, 2013b; ver cuadro 5.4).

**Cuadro 5.4**  
**Emisiones de contaminantes en Apaxco reportados por Holcim**  
(Toneladas anuales)

Contaminante	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Compuestos orgánicos persistentes COPs								
Dioxinas	3.80E-08		5.05E-08	1.54E-08	6.06E-10	4.62E-09	2.68E-10	3.48E-08
Gases de efecto invernadero GEI								
Bióxido de carbono			1 071 000	1 031 618	1 051 000	1 056 464	914 000	823 730
Metales								
Arsénico			0.008					
Arsénico (compuestos)	0.006			0.007	0.009	0.007	0.002	0.002
Cadmio								0.002
Cadmio (compuestos)	0.003		0.003					
Cromo (compuestos)	0.036		0.048	0.005	0.008	0.007	0.008	0.002
Mercurio (compuestos)	0.060		0.079	0.045	0.115	0.048	0.119	0.053
Níquel (compuestos)								0.072
Plomo (compuestos)	0.194		0.258	0.018	0.012	0.063	0.275	0.396
Hidrocarburos aromáticos y alifáticos								
Benceno	4.7				3.4	4.4	2.0	1.9
Otros								
Bióxido de nitrógeno				3 801	136	3 571		2 271

Fuente: elaboración propia con datos de SEMARNAT, 2009c, "Serie: por empresa y grupo de contaminantes", *Registro de emisiones y transferencia de contaminantes (RETC)*, <http://app1.semarnat.gob.mx/retc/retc/index.php>, (22 abril 2011); 2013b, "Resumen RETC 2004-2011", RETC, <http://app1.semarnat.gob.mx/retc/retc/index.php>, (10 julio 2013).

Si las cementeras tuvieran que pagar por la contaminación generada en la región ¿cuál habría sido el costo por las emisiones de CO<sub>2</sub>? Al cierre de 2011, las empresas citadas generaron 4 196 175 ton de CO<sub>2</sub>, en el mercado de bonos de carbono ese año cerró en 4.21 euros por certificado de emisiones reducidas (CER), así que por el total de CO<sub>2</sub> emitido las empresas hubieran tenido que cubrir 318 788 173.22 pesos. (Estimación propia<sup>54</sup> con datos de SENDECO<sub>2</sub>, 2011; Banco de México, 2011).

#### 5.4.2 Generación de empleo

La generación de empleo es el impacto deseable de cualquier actividad económica. Al respecto, la industria del cemento y la cal empleaban a 75 303 personas a nivel nacional en 1999, de las cuales 4 556 eran trabajadores no dependientes de la razón social, es decir, estaban contratados por otra empresa, y percibían en conjunto 2 705 201 000 pesos (aproximadamente \$35 925 anuales;

<sup>54</sup> Tipo de cambio pesos por euro: 18.0454, al 31 de diciembre 2011 (Banco de México, 2011).

\$2 994 mensuales). En Hidalgo, el personal ocupado en estas actividades era de 4 096 trabajadores, que percibían 196 628 000 pesos (\$47 272 anuales, \$3 939 mensuales). De los cuales 693 estaban en Tula y 1 217 en Atotonilco, y recibían por sueldos y salarios 41 655 000 pesos (\$60 108 anuales; \$5 009 mensuales) y 75 391 000 pesos (\$61 948 anuales; \$5 162 mensuales), respectivamente. En el Estado de México, eran 8015 personas, con remuneraciones por 388 222 000 pesos (\$48 437 anuales; \$4 036 mensuales), siendo 343 trabajadores en Apaxco con percepciones por 29 076 000 pesos (\$84 770 anuales; \$7 064 mensuales). Según estos datos, los trabajadores de Apaxco se encontraban en mejor posición que sus colegas de Tula y Atotonilco, aunque en general los de los tres municipios estaban por encima del promedio nacional. (Estimaciones propias; INEGI, 2001; cuadro 5.5).

Los censos posteriores muestran la actividad de la industria del cemento de modo independiente. De esta manera, en primer lugar, a nivel nacional se observa un descenso en el número de unidades económicas en operación<sup>55</sup> de 103 en 2004 a 51 en 2009, lo que representa una contracción del 50.49%. A pesar de ello, el número de personal ocupado sólo cambió de 9 848 a 9 153 personas de 2004 a 2009, decreció en 7%. Las percepciones en conjunto ascendieron a 1 680 158 000 pesos en 2004 (\$170 609 anuales; \$14 217 mensuales) y a 2 616 953 000 pesos en 2009 (\$285 912 anuales; \$23 826 mensuales). (Estimaciones propias; INEGI, 2005; 2010b; cuadros 5.6 y 5.7).

Por estados, en Hidalgo se tenían registradas seis unidades económicas en 2004, cuya participación nacional fue del 21.82% del valor de la producción bruta; el registro de unidades pasó a cinco en 2009 con una participación del 19% del valor de la producción bruta. El personal empleado fue de 1 972 y 2 531 personas, en 2004 y 2009; se incrementó en 28%. Llama la atención el creciente número de personal ocupado no dependiente de la razón social, éstos ascendían a 652 en 2004 y pasaron a 979 en 2009, un aumento equivalente al 50%. Las

---

<sup>55</sup> Además de considerar las plantas de fabricación de cemento, el INEGI considera aquellas fábricas de productos con base en cemento.

remuneraciones al personal fueron de 216 109 000 pesos en 2004 (\$109 589 anuales; \$9 132 mensuales). (Estimaciones propias; INEGI, 2005; 2010b; cuadros 5.6 y 5.7).

Revisando las cifras por municipio, Tula de Allende aportó el 42.58% del valor de la producción bruta generada por Hidalgo, equivalente al 9.29% nacional; en tanto que Atotonilco de Tula participó con el 15.14% estatal y 3.3% nacional del valor de la producción bruta en 2004. Estas participaciones cambiaron, Tula disminuyó su contribución al valor de la producción bruta estatal, la cual fue del 34.33%, correspondiente al 6.53% nacional; en contraparte, el valor de la producción bruta de Atotonilco aumentó su participación, la cual fue del 28.31% estatal, 5.39% nacional en 2009. Con respecto a los otros indicadores, en Tula, lugar donde opera<sup>56</sup> la Cruz Azul, se tenían registradas dos unidades económicas en el 2004 siendo la de mayor número de empleados la Cruz Azul, 1 228 personas, de las cuales 637 era personal no dependiente de la razón social, es decir más del 51% de los trabajadores. El personal ocupado ascendió a 1 442 trabajadores en 2009, de los cuales casi el 67% eran subcontratados por la Cooperativa a través del Grupo Azul. Con respecto a las remuneraciones al personal<sup>57</sup>, éstas ascendieron a 95 822 000 pesos en 2004 (\$78 031 anuales; \$6 503 mensuales) y a 151 021 000 pesos en 2009 (\$104 730 mensuales; 8 728 mensuales). Por otra parte, en Atotonilco de Tula, sitio donde se encuentra Cemex, además de esta empresa, operaba una unidad económica de 11 a 15 empleados<sup>58</sup> en 2004. El personal ocupado por Cemex era de 252 trabajadores, a diferencia de la Cruz Azul, todos eran dependientes de la razón social.

---

<sup>56</sup> A pesar de que INEGI clasifica como confidencial el número de unidades económicas, es posible inferir cuales cifras corresponden a la Cooperativa.

<sup>57</sup> Sólo se está considerando la unidad económica de 1001 y más trabajadores.

<sup>58</sup> En la información del Censo no aparece el dato sobre remuneraciones para esta unidad económica.

**Cuadro 5.5**  
**Personal ocupado y remuneraciones en las actividades del cemento y la cal,**  
**1999**

Tamaño de las unidades económicas, según el número de empleados	Unidades económicas	Personal ocupado	Trabajadores suministrados por otra razón social	Total de sueldos y salarios (miles de pesos)
<b>Total nacional</b>	<b>10 454</b>	<b>75 303</b>	<b>4 556</b>	<b>2 705 201</b>
<b>Total Hidalgo</b>	<b>339</b>	<b>4 096</b>	<b>391</b>	<b>193 628</b>
Tula de Allende				
De 0 a 2	*	30	0	77
De 3 a 5	*	18	0	108
De 6 a 10	*	7	0	47
De 31 a 50	*	48	1	300
De 51 a 100	*	90	0	700
De 251 a 500	*	500	0	40 423
<b>Total Tula de Allende</b>	<b>*</b>	<b>693</b>	<b>1</b>	<b>41 655</b>
Atotonilco de Tula				
De 0 a 2	5	7	30	31
De 3 a 5	*	12	0	293
De 6 a 10	*	9	0	895
De 11 a 15	*	12	0	153
De 16 a 20	*	16	0	1 393
De 31 a 50	*	78	8	1 297
De 101 a 250	*	810	46	57 219
De 251 a 500	*	273	0	14 110
<b>Total Atotonilco de Tula</b>	<b>18</b>	<b>1 217</b>	<b>84</b>	<b>75 391</b>
<b>Total Estado de México</b>	<b>877</b>	<b>8 015</b>	<b>691</b>	<b>338 222</b>
Apaxco				
De 0 a 2	*	1	6	0
De 3 a 5	*	11	0	152
De 6 a 10	*	6	0	73
De 16 a 20	*	17	0	0
De 21 a 30	*	52	6	698
De 101 a 250	*	256	0	28 153
<b>Total Apaxco</b>	<b>*</b>	<b>343</b>	<b>6</b>	<b>29 076</b>

Fuente: elaboración propia con datos de INEGI, 2001. "Consulta interactiva de datos", *Censos económicos 1999*, <http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/proyectos/ce/ce1999/default.aspx>, (01 febrero 2012).

(\*) Información confidencial.

**Cuadro 5.6**  
**Personal ocupado y remuneraciones en la actividad del cemento, 2004**

Tamaño de las unidades económicas, según el número de empleados	Unidades económicas	Personal ocupado		Total	Total de sueldos y salarios (miles de pesos)
		Dependiente de la organización	No dependiente de la razón social		
<b>Total nacional</b>	<b>103</b>	<b>7 981</b>	<b>1 867</b>	<b>9 848</b>	<b>1 680 158</b>
<b>Total Hidalgo</b>	<b>6</b>	<b>1 320</b>	<b>652</b>	<b>1 972</b>	<b>216 109</b>
Tula de Allende					
De 51 a 100	*	63	0	63	1 907
De 1001 y más	*	591	637	1 228	95 822
<b>Total Tula de Allende</b>	<b>*</b>	<b>654</b>	<b>637</b>	<b>1 291</b>	<b>97 729</b>
Atotonilco de Tula					
De 11 a 15	*	0	15	15	0
De 251 a 500	*	252	0	252	41 409
<b>Total Atotonilco de Tula</b>	<b>*</b>	<b>252</b>	<b>15</b>	<b>267</b>	<b>41 409</b>
<b>Total Estado de México</b>	<b>9</b>	<b>632</b>	<b>5</b>	<b>637</b>	<b>125 824</b>
Apaxco					
De 31 a 50	*	47	1	48	2 704
De 101 a 250	*	145	0	145	9 580
<b>Total Apaxco</b>	<b>*</b>	<b>192</b>	<b>1</b>	<b>193</b>	<b>12 284</b>

Fuente: elaboración propia con datos de INEGI, 2005. "Consulta interactiva de datos", *Censos económicos 2004*, <http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/proyectos/ce/ce2004/default.aspx>, (01 febrero 2012).

(\*) Información confidencial.

Las remuneraciones en conjunto ascendían a 41 409 000 pesos (\$164 321 anuales; \$13 693 mensuales) en 2004. En los datos del Censo de 2009 se refleja el incremento de operaciones de Lafarge en el país<sup>59</sup>; el personal ocupado se incrementó un 120% al pasar a 555 en 2009 de los cuales 17 personas estaban subcontratados (3% de los trabajadores); las remuneraciones fueron de 188 294 000 pesos (\$339 268 anuales; 28 272 mensuales). Según los datos, las

<sup>59</sup> Lafarge inició operaciones en 1999 con la fabricación de cemento blanco, al comparar a CPBM, ampliando sus operaciones tras construir una planta de cemento gris. Ambas ubicadas en Atotonilco de Tula. (Business News Americas, 2006).

percepciones por trabajador en Atotonilco fueron superiores a las de Tula. (Estimaciones propias; INEGI, 2005; 2010b; cuadros 5.6 y 5.7).

**Cuadro 5.7**  
**Personal ocupado y remuneraciones en la actividad del cemento, 2009**

Tamaño de las unidades económicas, según el número de empleados	Unidades económicas	Personal ocupado			Total de remuneraciones (miles de pesos)
		Dependiente de la organización	No dependiente de la razón	Total	
<b>Total nacional</b>	<b>51</b>	<b>6 763</b>	<b>2 390</b>	<b>9 153</b>	<b>2 616 953</b>
<b>Total Hidalgo</b>	<b>5</b>	<b>1 552</b>	<b>979</b>	<b>2 531</b>	<b>527 020</b>
Tula de Allende					
De 1001 y más	*	480	962	1 442	151 021
<b>Total Tula de Allende</b>	<b>*</b>	<b>480</b>	<b>962</b>	<b>1 442</b>	<b>151 021</b>
Atotonilco de Tula					
De 0 a 2	*	1	0	1	60
De 251 a 500	*	538	17	555	188 294
<b>Total Atotonilco de Tula</b>	<b>*</b>	<b>539</b>	<b>17</b>	<b>556</b>	<b>188 354</b>
<b>Total Estado de México</b>	<b>*</b>	<b>308</b>	<b>3</b>	<b>311</b>	<b>122 159</b>
Apaxco					
De 101 a 250	*	127	3	130	61 936
<b>Total Apaxco</b>	<b>*</b>	<b>127</b>	<b>3</b>	<b>130</b>	<b>61 936</b>

Fuente: elaboración propia con datos de INEGI, 2010b. "Consulta interactiva", *Censos económicos 2009*, <http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/espanol/proyectos/censos/ce2009/default.asp?s=est&c=14220>, (01 febrero 2012).

(\*) Información confidencial.

Con respecto al Estado de México, tuvo una participación nacional del 6.21% del valor de la producción bruta en 2004 y del 5.53% en 2009. Apaxco contribuyó al estado con el 61.16% del valor bruto de la producción, equivalente al 3.8% nacional. La participación de Apaxco disminuyó ligeramente al 58.88% estatal que corresponde al 3.26% nacional en 2009. En cuanto al número de unidades económicas, éste era de nueve en 2004 con 637 empleados de los cuales cinco

no eran dependientes de la razón social y las remuneraciones ascendieron a 125 824 000 pesos (\$197 526 anuales; \$16 460 mensuales). En el Censo 2009 se pierde el dato de unidades económicas, sin embargo, en el estado de México se localizan las plantas de Cemex en Barrientos y Holcim en Apaxco, por lo que se puede inferir que el menor número de personal obedece al cierre de medianas y pequeñas empresas –como se puede apreciar en los datos de Apaxco en 2004 que aparecían unidades de 31 a 50 trabajadores-. (Estimaciones propias; INEGI, 2005; 2010b; cuadros 5.6 y 5.7).

El número de trabajadores empleados en el Estado de México se contrajo a 311, de los cuales tres personas no eran dependientes de la razón social y las remuneraciones fueron de 122 159 000 pesos (\$392 794 anuales; \$32 733 mensuales). En lo que concierne a Apaxco, se infiere que Holcim empleaba a 145 personas en 2004, todas dependientes de la razón social, y las remuneraciones ascendían a 9 580 000 pesos (\$66 069 anuales; \$5 506 mensuales). En tanto que el personal ocupado disminuyó en 10.34%, al registrarse 130 personas en 2009 de las cuales tres no dependían de la razón social, con remuneraciones por 61 936 000 pesos (\$476 431 anuales; \$39 703 mensuales<sup>60</sup>). Según la información, de los tres municipios, Apaxco es de promedio mayor de remuneraciones por trabajador. (Estimaciones propias; INEGI, 2005; 2010b; cuadros 5.6 y 5.7).

De acuerdo con la información anterior, es posible constatar la importancia económica de la actividad de la industria del cemento en la región, si a ésta se le suman las actividades relacionadas, como la de la cal, fabricación de concreto, mármol, etc., se desprende que dicha importancia aumenta; y al considerar las demás actividades se tiene que el conjunto de industrias han contribuido a que los habitantes tengan mejores condiciones de vida. Sin embargo, como se revisó en la sección precedente, la fabricación de cemento no está exenta de la emisión de

---

<sup>60</sup> Se observa un notable incremento entre las cifras de 2004 y 2009; al respecto, se debe recordar que la información refiere a remuneraciones totales no sólo sueldos y salarios, y que para el último año las empresas incurrieron a recortes de personal lo que implica el pago de liquidaciones, por lo que las cifras deben considerarse bajo dicha reserva.

contaminantes, problemática que se agrava al considerar la contaminación generada por las otras industrias y que en conjunto, también, han contribuido a que esta región sea una de las zonas de mayores niveles de contaminación del país.

Para completar esta imagen, en el siguiente capítulo se toma en consideración la opinión de los pobladores de estos municipios en lo referente a los impactos positivos y negativos derivados de la actividad de la industria del cemento.



## Capítulo VI

### **Evaluación del impacto de la industria del cemento: el sentir de las comunidades<sup>61</sup>**

---

La evaluación es el elemento que permite otorgarle significado a los datos sobre el impacto de la industria del cemento. Se tienen los hechos recabados por las fuentes oficiales, que en conjunto conforman una imagen parcial de la sustentabilidad de la zona Tula-Atotonilco-Apaxco, la parte complementaria es aportada por la comunidad. ¿Aprecian los cambios derivados de la regulación ambiental y vigilancia a las empresas? ¿Qué percepción tienen de los impactos positivos? ¿Y de los impactos negativos?

El objetivo del capítulo es evaluar la opinión que tienen los habitantes de las comunidades sobre el impacto de la industria del cemento. Si bien la materia prima de la evaluación propuesta es la opinión, y ello no es sinónimo de verdad, la percepción de los habitantes es un indicador que además se puede contrastar con los hechos que reportan los organismos gubernamentales y con los estudios ambientales realizados en la zona.

En la primera parte del capítulo se detalla cómo se realizó el trabajo de campo en la zona de estudio. Después se presentan los resultados del análisis descriptivo de la encuesta, seguido de un análisis factorial exploratorio que se hizo con el fin de encontrar las variables más representativas o significativas con las cuales elaborar la propuesta de evaluación para el conjunto de opiniones. Por último, se presentan los resultados de la evaluación por municipio.

---

<sup>61</sup> Resultados parciales contenidos en el capítulo fueron publicados en Vera Martínez (2013).

## 6.1 Metodología de la encuesta a las familias vecinas a las plantas de cemento en Tula de Allende, Atotonilco de Tula y Apaxco

Conocer la zona de estudio y tener la oportunidad de entrevistar a sus habitantes fue una experiencia que enriqueció la investigación, porque permitió apreciar la problemática de la región con una perspectiva más amplia. El trabajo de campo se llevó a cabo en los tres municipios de la zona de estudio, se efectuó en los días del 3 al 11 de julio de 2012.

### *Objetivo general de la encuesta:*

- Conocer la percepción de los habitantes aledaños a las plantas de cemento sobre los impactos positivos y negativos derivados de la actividad de las cementeras.

### *Objetivos específicos:*

- Indagar sobre los casos de enfermedades relacionadas con los compuestos orgánicos persistentes.
- Conocer la opinión que tiene los habitantes sobre la gestión ambiental realizada por las empresas cementeras.
- Conocer la problemática en las comunidades que se deriva de la operación de las plantas de cemento.

### *Diseño del cuestionario*

Se elaboró un cuestionario de 60 reactivos, dividido en bloques de preguntas relacionadas. Consta de datos generales del entrevistado y de los miembros de su familia relativos a nivel de educación y estado de salud. Se tienen dos secciones con respuestas en la que se emplea una escala Likert y otros dos apartados con

respuesta de opción múltiple. Fueron mínimas las preguntas en las que se dejó abierta la respuesta y al final del cuestionario se dejó optativo para que el entrevistado añadiera sus comentarios adicionales. (Anexo 9)

### *Grupos de variables*

- Condiciones medioambientales en lo relativo a la contaminación
- Incidencia de enfermedades relacionadas con las emisiones de compuestos orgánicos permanentes
- Gestión ambiental empresas cementeras
- Opinión sobre la actuación de las autoridades
- Opinión sobre la legitimidad de las certificaciones
- Beneficios y perjuicios derivados de la actividad cementera
- Programas de apoyo/fortalecimiento a la comunidad
- Caso Ecoltec

### *Cuestionario*

El cuestionario fue sometido a revisión en diferentes ámbitos. La primera revisión la efectuaron los doctores Alicia Girón, Alfredo Díaz y Nadima Simón, en reunión celebrada el día 8 de febrero de 2012. Una vez incorporadas las observaciones del comité, se presentó el cuestionario en una reunión con coordinadores y profesores de la Universidad Tecnológica de Tula-Tepeji el 12 marzo de 2012. También se tuvo una entrevista con el Dr. Jorge Arturo de León el 27 de marzo del mismo año, quien es catedrático de la Facultad de Medicina de la UNAM y que ha realizado investigaciones sobre afectaciones por tóxicos en habitantes de los estados de Hidalgo y Veracruz. Derivado de las reuniones citadas, de los nuevos avances en el desarrollo de los capítulos y de la entrevista con el Dr. de León, el cuestionario tuvo una reestructuración y ampliación en el número de reactivos.

Esta nueva versión fue discutida con integrantes del Macroproyecto “Administración y sustentabilidad” de la FCA-UNAM, que dirige la Dra. Simón (en sesión del 18 de abril de 2012). Por último, el Dr. Fernando Ramírez Alatraste, investigador de la UACM adscrito al programa de Dinámica Lineal y Sistemas Complejos, revisó el cuestionario (21 de mayo de 2012) debido a que algunas de las variables del mismo servirían para afinar variables y parámetros del modelo basado en agentes que se desarrolló en la tesis.

### *Población bajo estudio*

En una primera instancia se había pensado en considerar exclusivamente las poblaciones cercanas a las plantas de cemento y que se presentan a continuación:

- Atotonilco de Tula. La planta de Cemex está ubicada en Coayuca en Atotonilco de Tula. Sin embargo, es importante señalar que en este municipio se encuentran las plantas de Lafarge, en Vito, y que además colinda con Apaxco, Estado de México, donde también se ubica Holcim. Las localidades de interés en Atotonilco de Tula eran la región centro del municipio, Conejos y Vito, además de Coayuca. Localidades que suman 4 871 viviendas y concentran a 16 892 habitantes. (INEGI, 2010).
- Tula de Allende. La Cruz Azul se encuentra en San Miguel Vindho, localidad con un total de 2 599 viviendas con 7 988 habitantes. (INEGI, 2010).
- Apaxco. Holcim se localiza en Apaxco, su planta está cercana a las localidades de Apaxco de Ocampo y Santa María de Apaxco, que en conjunto cuentan con 4 736 viviendas y 17 583 habitantes. Por su ubicación, Holcim también está cercana a Vito; sin embargo, esta localidad ya se consideró en la delimitación de Cemex y se contemplaba que las personas pudieran referirse a ambas empresas, inclusive a Lafarge. (INEGI, 2010).

Sin embargo, debido a que también era valioso conocer la percepción de los habitantes que residieran en otros lugares no tan cercanos a las plantas de cemento, se terminó por considerar al total de habitantes y viviendas de estos tres municipios, de este modo se evitaría tener una percepción sesgada. La población bajo estudio quedó entonces así:

- Atotonilco de Tula: tiene un total de 31 078 habitantes que ocupan un total de 11 894 viviendas, distribuidas en 24 localidades. (INEGI, 2010).
- Tula de Allende: alberga un total de 103 919 habitantes que ocupan un total de 35 305 viviendas, distribuidas en 75 localidades. (INEGI, 2010).
- Apaxco: cuenta con un total de 27 521 habitantes que ocupan un total de 7 361 viviendas, distribuidas en 18 localidades. (INEGI, 2010).

#### *Marco muestral*

Una vez que se determinó considerar al total de habitantes y viviendas de los municipios en cuestión, se consultó el total de manzanas de cada municipio para formar el marco muestral. En el sistema para la consulta de información censal 2010 (Scince) del INEGI se buscó el número de manzanas: siendo 1332 en Tula, 317 en Atotonilco y 252 en Apaxco. (INEGI, 2012b).

#### *Tamaño de la muestra*

Bajo condiciones ideales se puede determinar el tamaño de la muestra mediante una fórmula; sin embargo, la disponibilidad de recursos es una fuerte restricción en la determinación del tamaño. Para llevar a cabo la aplicación de la encuesta se tuvo la colaboración de un grupo de estudiantes y el apoyo financiero del Posgrado para llevar a cabo la práctica escolar. Estos soportes permitieron que se levantaran un total de 240 cuestionarios: 97 en Tula de Allende, 64 en Atotonilco y 79 en Apaxco.

### *Selección de la muestra*

El primer paso fue, partiendo del marco muestral, seleccionar aquellas manzanas en las cuales se iba a aplicar la encuesta. Por cada municipio se asignó un número a cada una de las manzanas y utilizando la función de números aleatorios del programa Excel se seleccionó a 15 de éstas, se tuvo como criterio reemplazar aquellas que salieran repetidas o bien que tuvieran menos de 10 viviendas en la manzana. Después, se localizaron espacialmente las manzanas mediante los programas Scince e inventario nacional de viviendas del INEGI, también se usaron los mapas de Google Earth y Google Maps.

### *Trabajo de campo*

Ya en la zona de estudio, una vez ubicada la manzana a encuestar se partió de una esquina y cada tercer casa se solicitó entrevistar al jefe(a) de familia u otro adulto, en su generalidad fueron amas de casa las que participaron. Dependiendo de la densidad de viviendas en las manzanas, así como, de la disponibilidad de sus habitantes a contestar el cuestionario, se levantaron de 1 a 8 cuestionarios por manzana.

Por motivos de confiabilidad se formaron equipos de encuestadores. En los equipos, un compañero aplicaba el cuestionario y el otro apuntaba las observaciones en una libreta (comentarios adicionales a las respuestas presentadas en el cuestionario, así como las reacciones que percibían de los encuestados).

Adicional a las encuestas, se sostuvo una plática con el médico Javier Navarro Montaña, del Centro de Salud Apaxco, sobre las enfermedades comunes que afectan a los vecinos de Apaxco. También derivado del trabajo de campo, se entrevistó al Sr. Joel Hernández miembro activo y precursor del Movimiento Pro-Salud Apaxco-Atotonilco, quien además proporcionó copia simple de documentos relacionados con el movimiento.

## 6.2 Análisis estadístico de los datos

Se elaboraron dos bases de datos, una general para las variables de estudio y otra particular para la incidencia de enfermedades por miembro de familia, siendo la primera de 240 observaciones por pregunta y la segunda de 996.

Después, se realizó el análisis descriptivo de los datos mediante la obtención de tablas de frecuencias. Además, se realizó un análisis factorial exploratorio. Para los estudios se utilizó el programa SPSS v.20.

### 6.2.1 Resultados del análisis descriptivo

#### *Perfil del encuestado*

La mayoría de los entrevistados fueron del género femenino (63.3%), lo cual se explica en parte porque las encuestas se aplicaron en hogares y también debido al horario, entre 11hrs. y 16 hrs. La edad promedio de los encuestados se situó en 42.72 años, con una desviación estándar de 16.34 años. En tanto que el tiempo medio de residencia fue de 31.20 años, con desviación estándar de 18.23 años.

En cuanto a la situación laboral, el 52.08% del total de los encuestados respondió que sí trabajaba. De éstos, el 21.6% laboraba en el sector industrial, el 52% en el comercio y el 23.2% en servicios. No destacó que trabajaran directamente en alguna empresa cementera, ya que sólo dos de los encuestados afirmó ocuparse en esa actividad. Sin embargo, el 27.9% de los entrevistados manifestó tener algún familiar que trabajaba en empresas cementeras, caleras y/o concreteras.

Por otra parte, la media del número de miembros por familia fue de 4.16 personas con una desviación de 1.8 personas. Y el ingreso promedio mensual familiar se ubicó en 5 322.65 pesos.

### *Condiciones medioambientales en lo relativo a la contaminación*

El programa industria limpia de la PROFEPA tiene más de diez años de operación, por lo cual, se quería conocer si los habitantes de la región percibían cambios medioambientales favorables, ya que las empresas de la zona participan en dicho programa, en especial las cementeras. Por ello, se pidió a los encuestados comparar la situación actual con la que tenían hace 10 años. En general, la mayoría de los encuestados manifestó no percibir cambios favorables, al contrario estiman que la calidad del aire y agua han empeorado.

En el renglón de calidad del aire, las respuestas se concentraron en peor (55%) y mucho peor (16.7%). Por municipio, se observa que en Tula el 63.9% de los encuestados consideraba que era peor, en tanto que en Atotonilco el 20% respondió que era mucho peor.

En cuanto a la calidad del agua, se puede concluir que los entrevistados consideran que no hay mejoría, las respuestas se concentraron en que la calidad era igual (36.3%) a la que se tenía hace 10 años y en que había empeorado (40.8%). Sin embargo, a nivel municipal en Atotonilco el 25% de los encuestados estimaron que la calidad había mejorado.

También se preguntó sobre la intensidad del ruido, se encontró que los encuestados consideran que éste se ha incrementado: 53.8% lo calificaron como mayor y el 18.3% como mucho mayor.

### *Incidencia de enfermedades relacionadas con las emisiones de compuestos orgánicos permanentes*

La presencia de contaminantes, en particular los de mayor toxicidad como los compuestos orgánicos permanentes, es un factor adicional al cambio de estilo de vida (alimentación y actividad física) y otros (como la genética), que han incidido, como factor, al aumento de enfermedades del *primer mundo* –enfermedades

cardiacas, cáncer, diabetes, etc.- en nuestro país. Sin embargo, una sola actividad industrial no es la responsable de la contaminación de la zona, en la atmósfera se combinan los diversos contaminantes dando lugar a otros. Ni tampoco la industria es la única responsable de la contaminación. Pero la zona de estudio padece de contaminación -ocasionada por múltiples causas, una de ellas fue la ausencia de normatividad ambiental- desde hace 30 años. Al respecto, se tenía la interrogante de que si la población percibía un aumento en el número de casos de enfermedades en las cuales la contaminación es un factor de incidencia, si bien no es el único. Para esto, se preguntó si a nivel general percibían un incremento en el número de casos y a nivel familiar quiénes padecían alguna de esas enfermedades.

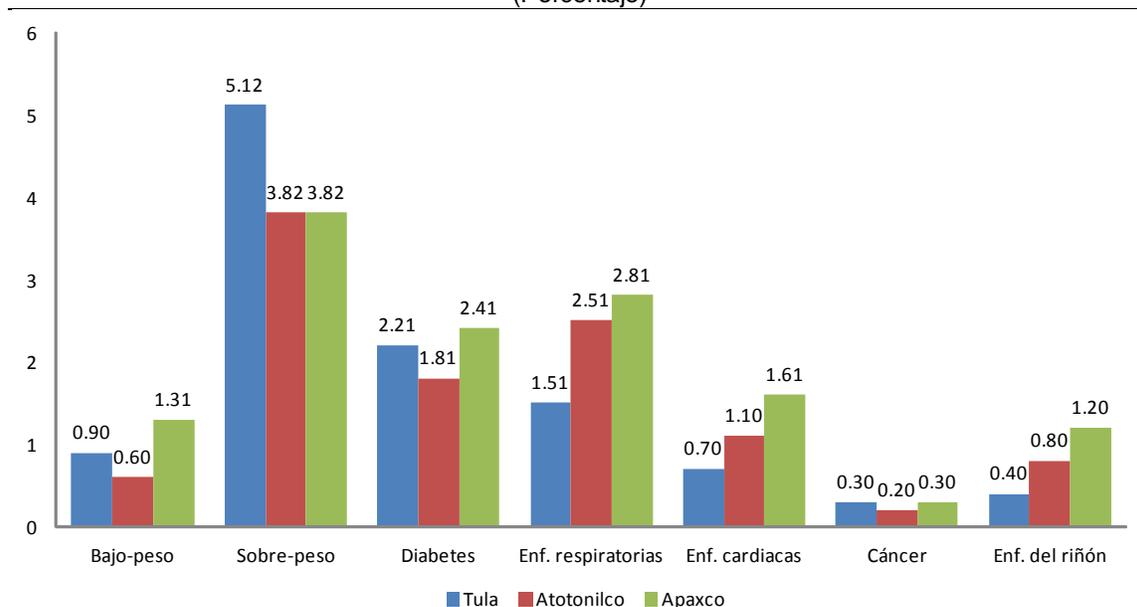
En todos los tipos de enfermedades presentadas, la percepción generalizada es que se han incrementado notablemente el número de casos (cuadro A.1 del apéndice A). En lo referente a las enfermedades respiratorias, las respuestas se concentraron en el que el número de casos era mayor (57.1%) y mucho mayor (16.3%). En particular, los encuestados consideran que el número de personas con asma es mayor (47.5%) y mucho mayor (8.8%); sobresaliendo que en Tula un 55.7% de los entrevistados consideran que el número es mayor, y en cuanto a la opinión de que es mucho mayor, resalta Atotonilco con el 18.8% de respuestas. También llama la atención que los entrevistados perciben un aumento en el número de personas que usan lentes, el 54.2% opinan que es mayor y el 23.8% que es mucho mayor. Ahora bien, en cuanto a las enfermedades multifactoriales, un 50.8% considera que el número de casos de personas con diabetes es mayor y el 35.4% piensa que el número es mucho mayor; en tanto que el 53.3% cree que el número de personas con enfermedades es mayor y el 13.8% contestó que es mucho mayor; por último, el 55.8% respondió que es mayor el número de personas con cáncer y el 19.2% que el número es mucho mayor.

En lo que respecta a los casos que se presentan en los hogares de los encuestados. El 62.9% manifestó que en su hogar, alguno de sus familiares padece alguno de las enfermedades mencionadas en el cuestionario (peso,

diabetes, cáncer, respiratorias, riñón y/o problemas visuales). En particular, el 60.4% de los encuestados afirmó que alguien de su familia usa lentes; de los que tienen menores de edad cursando la primaria o secundaria el 14.2% mencionó que éstos presentan algún problema de aprendizaje y el 9.2% que a éstos se les ha diagnosticado déficit de atención o de hiperactividad. El 75.8% de los encuestados afirmó creer que estas enfermedades están relacionadas con la contaminación local. Por último, en el 60.4% de los hogares encuestados, en los últimos diez años se ha presentado la muerte de algún familiar que residía en la región de estudio (Tula-Atotonilco-Apaxco).

En el cuestionario se pedía especificar los padecimientos que se tenían por miembro de la familia. En total se tuvieron 996 registros como total de las personas que vivían en los 240 hogares entrevistados. De los resultados se aprecia que ligeramente es mayor la incidencia de casos en Apaxco, con excepción del sobrepeso en que el mayor porcentaje se presentó en Tula (gráfica 6.1).

**Gráfica 6.1**  
**Incidencia de enfermedades entre los miembros de los hogares entrevistados**  
 (Porcentaje)

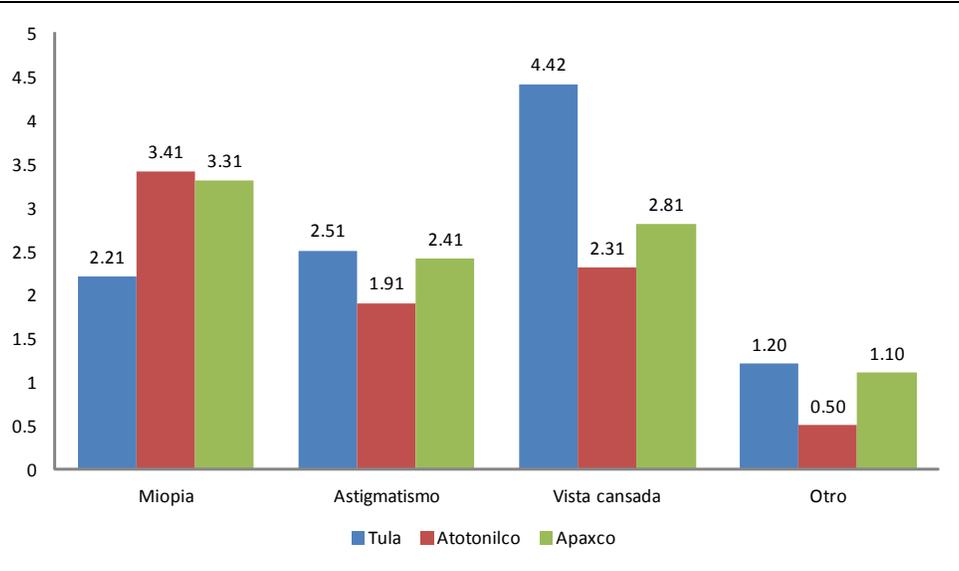


Fuente: encuesta a las familias vecinas a las plantas de cemento en Tula, Atotonilco y Apaxco, julio 2012.

Destacan tres tipos de enfermedades por su diferencia entre municipios: respiratorias, cardiacas y de riñón. Para éstas se registraron un mayor un número de casos en Apaxco en comparación con Tula. Los casos de enfermedades respiratorias ascienden al 2.81% en Apaxco, en tanto que en Tula es de 1.51%, para los casos de enfermedades respiratorias estas proporciones son de 1.61% y 0.70%, respectivamente. Y las tasas de enfermedades de riñón fueron de 1.20% en Apaxco y 0.40% en Tula. Estos hechos llaman la atención porque en Apaxco es donde han ocurrido problemas relacionados la gestión ambiental de Ecoltec, filial de Holcim. También llama la atención que en Atotonilco siga el mayor número de casos después de Apaxco ya que colinda con éste.

Para el caso de problemas visuales, se aprecia un número mayor de casos en Tula, en particular para vista cansada. El rubro en que registró menos casos fue en miopía. (Gráfica 6.2).

**Gráfica 6.2**  
**Incidencia de enfermedades visuales**  
**entre los miembros de los hogares entrevistados**  
 (Porcentaje)



Fuente: encuesta a las familias vecinas a las plantas de cemento en Tula, Atotonilco y Apaxco, julio 2012.

### *Gestión ambiental de las empresas cementeras*

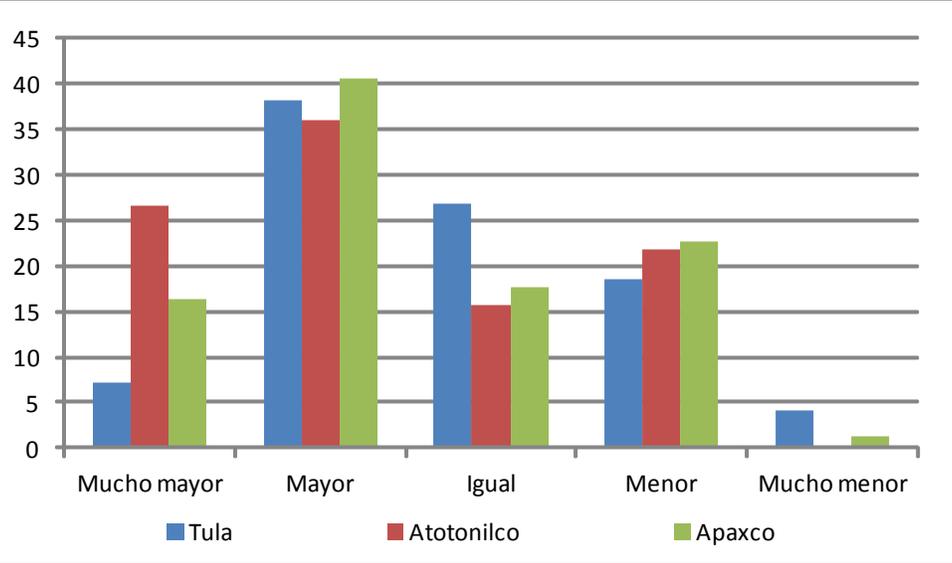
Al igual que en los dos grupos de variables anteriores, se solicitó que compararan la situación actual con la existente hace 10 años. Aquí se rompió el patrón que se presentó para las condiciones medioambientales relativas a la contaminación e incidencia de enfermedades. Todas las respuestas contempladas en la escala Likert registraron observaciones; pero también se presentaron casos no contemplados, como que el encuestado no supiera si las empresas habían mejorado o que dijeran que eso no sucede porque la planta cerró o se encuentra *lejos*. Este tipo de respuestas fue más notorio en Tula, municipio que concentra más población pero que se encuentra más dispersa, además, allí se cerró la planta de cemento (Tolteca) que estaba relativamente próxima al centro y la planta en activo, la Cruz Azul, se encuentra en una de sus localidades que a decir de los habitantes del centro se encuentra *lejos y no los afecta*.

Aunque no es la percepción generalizada, cierto número de los habitantes de esta zona consideraron que las empresas cementeras habían mejorado en los aspectos examinados. Sin embargo, lo que predomina en las respuestas es que no hay mejoría en lo concerniente al ruido, polvo, malos olores y humo proveniente de las plantas de cemento, inclusive, manifiestan que se han incrementado. (Cuadro A.2). Por rubros, el 40.4% de los entrevistados contestó que el ruido que provenía de la plantas de cemento era igual que el de hace 10 años, en tanto que el 29.6% consideró que éste era mayor y el 5% que era mucho mayor; sin embargo, un 19.6% contestó que éste era menor.

Sobre el polvo, el 38.3% respondió que éste era mayor, un 15.4% que era mucho mayor y un 20.8% consideró que no había cambio en dicha variable, pero un 20.8% opinó que el polvo que provenía de las plantas era menor e inclusive un 2.1% consideró que era mucho menor. Por municipios, en Tula la respuesta fue diversa, el 38.1% opinó que el polvo proveniente de las plantas era mayor, un 26.8% consideró que era igual y un 18.6% que era menor, en los extremos, el 7.2% opinó que era mucho mayor y el 4.1% que era mucho menor. En Atotonilco, también se presentó diversidad de opinión, predominando la opinión de quienes

consideran que la situación era peor, el 35.9% respondió que el polvo era mayor y el 26.6% que era mucho mayor, quienes consideraron que no había cambio fue el 15% y quienes perciben que la situación era mejor respondieron que el polvo proveniente de las plantas era menor (21.9%). En Apaxco, al igual que en Tula, se presentaron respuestas extremas aunque inclinadas a considerar que la situación era peor, el 40.5% indicó que el polvo era mayor y el 16.5% que era mucho mayor, los que no perciben cambios fue el 17.7%, en contraste, el 22.8% señaló que el polvo era menor y un 1.3% que era mucho menor. (Gráfica 6.3).

**Gráfica 6.3**  
**Opinión sobre el polvo que proviene de las plantas de cemento, en**  
**comparación con hace 10 años**  
 (Porcentaje)



Fuente: encuesta a las familias vecinas a las plantas de cemento en Tula, Atotonilco y Apaxco, julio 2012.

Es conveniente recordar que en la zona, además de las cementeras, están las caleras, en particular en Apaxco se encuentra una fábrica de cal en las inmediaciones del centro del municipio. Al hacer la pregunta sobre el polvo, algunos de los entrevistados mostraban las hojas de plantas en sus jardines, indicando que tenían residuo de polvo en los bordes. Sin embargo, a diferencia de las otras variables en las que se puede constatar mediante la simple observación de dónde proviene el ruido, el olor o el humo, en el caso de polvo no puede dejar

de advertirse que está la presencia de otras actividades que también generan polvo.

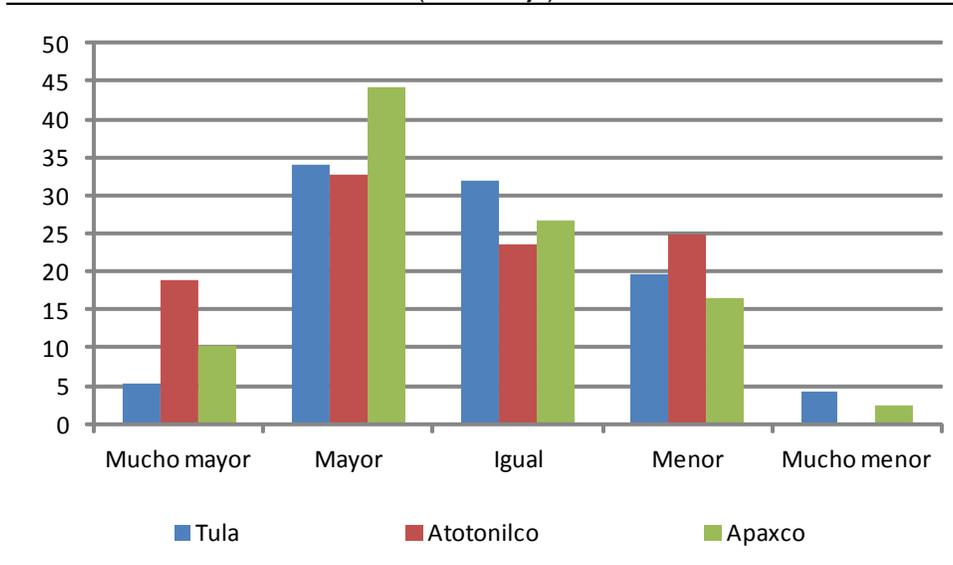
En cuanto a los olores que proceden de las plantas de cemento, el 34.2% respondió que éstos eran mayores y el 14.6% que era mucho mayor, en tanto que el 27.9% pensó que era igual, en contraste el 14.6% indicó que era menor. En lo referente al humo que proviene de las chimeneas de las plantas de cemento, por una parte, el 37% señaló que era mayor y el 10.4% que era mucho mayor, por la otra, el 27.9% respondió que era igual, y del lado de quienes percibieron mejoría, el 20% respondió que era menor y el 2.5% mucho menor.

Aquí también es interesante observar las respuestas de manera desagregada. En Tula, el 34% opinó que era mayor el humo y el 5.2% que era mucho mayor, siendo el 32% los que consideraron que era igual, y en contraste con los primeros, el 19.6% indicó que era menor y el 2.5% que era mucho menor. En Atotonilco, el 32.8% contestó que el humo era mayor y el 18.8% que era mucho mayor, así, predominó la opinión de quienes perciben una situación peor; sin embargo, el 26.6% opinó que era igual y el 25% que era menor. Y en Apaxco, fue más marcado el porcentaje de quienes opinaron que era mayor el humo (44.3%) y considerando a quienes señalaron que era mucho mayor (10.1%) suman poco más del 50% de las respuestas, pero también se presentaron opiniones que creían que el humo era igual (26.6%), que era menor (16.5%) y hasta que era mucho menor (2.5%). (Gráfica 6.4).

También hubo diversidad en la respuesta en lo referente al polvo y humo que es generado por las unidades que transportan los insumos y productos del cemento, y en el número de accidentes en que están involucradas esas unidades. (Cuadro A.3). Sobre el polvo que proviene de los camiones que transportan materiales de la industria, los encuestados consideraron que se ha incrementado (47.5% mayor y 15% mucho mayor) contra el 24.6% que opinó que era igual y quienes estimaron que ha disminuido (7.9% menor y 2.1% mucho menor). Con referencia al humo que arrojan las unidades de transporte, las opiniones tendieron a considerar que el problema se había agravado; el 50.8% consideró que era mayor y el 17.5% que

era mucho mayor, mientras que el 18.8% indicó que era igual; la minoría observó mejoras en este aspecto, el 8.8% opinó que era menor y el 1.3% que era mucho menor.

**Gráfica 6.4**  
**Opinión sobre el humo que proviene de las chimeneas de las plantas de cemento, en comparación con hace 10 años**  
 (Porcentaje)



Fuente: encuesta a las familias vecinas a las plantas de cemento en Tula, Atotonilco y Apaxco, julio 2012.

El último rubro que concierne al uso del transporte, no se relaciona directamente con el desempeño ambiental sino con el número de accidentes en las que están involucradas dichas unidades. A este respecto, el 30.8% opinó que el número era mayor y el 10.4% mucho mayor, el 38.8% no percibe cambios y quienes consideran que han disminuido, el 11.3% respondió que era menor y el 2.5% que era mucho menor.

#### *Opinión sobre la actuación de las autoridades en el rubro de contaminación*

El interés era conocer si los habitantes de la zona percibían que las autoridades realizaban labores de inspección y vigilancia ambiental, así como programas de

control y mitigación de la contaminación. (Cuadro A.4). En términos generales, los entrevistados manifestaron que las autoridades no realizaban las actividades mencionadas. En primer lugar, se preguntó si las autoridades municipales monitorean la calidad del aire, el 61.3% contestó que no (61.3%), como se aprecia más de la mayoría, en tanto que sólo el 14.6% dijo que sí; el resto, 24.2%, indicaron no saberlo. La segunda cuestión era si las autoridades municipales instrumentaban programas de mitigación y control de la contaminación, a lo que el 69.6% expresó que no era así, mientras que el 15% señaló que sí y el 15% dijo no saber. También interesaba conocer la opinión que tenían sobre la coordinación entre los niveles estatales y municipales en materia ambiental, ¿existía tal coordinación?, los entrevistados señalaron que las autoridades estatales no coordinaban ni apoyaban los esfuerzos municipales para controlar y mitigar la contaminación de la localidad (62.1%); sin embargo, el 21.3% consideró que sí lo hacían y el resto, 16.7% indicó no saberlo.

Las últimas dos cuestiones se referían a la actuación de las autoridades federales en materia ambiental, cabe recordar que la regulación de las actividades de la industria del cemento es de competencia federal. Al respecto, el 58.8% consideró que no existe interés de las autoridades federales para llevar a cabo en sus localidades programas para controlar y mitigar la contaminación, de los otros entrevistados, el 22.9% opinó que las autoridades sí tienen interés en ese asunto y el 17.9% dijo no saber. Por último, sobre si las autoridades municipales, estatales y federales llevan a cabo acciones de vigilancia y sanción en materia ambiental, el 58.3% respondió que no, el 27.5% que sí y el resto arguyo no saber.

#### *Opinión sobre la legitimidad de certificaciones y acciones de las empresas cementeras*

La legitimidad que otorga la sociedad a las certificaciones que reciben las empresas y sobre las propias acciones que realizan éstas es un componente de la reputación que buscan ostentar las empresas. Se recordará que la reputación es

un mecanismo más que promueve el establecimiento de una norma. En particular, en el ámbito de la sustentabilidad, se sugiere la implementación de instrumentos que sirvan de guía a los consumidores para distinguir el desempeño ambiental y social de las empresas (en la LGEEPA se puede apreciar lo anterior). En este sentido, se indagó qué opinaban los habitantes sobre la legitimidad de la certificación de industria limpia que otorga la PROFEPA a las cementeras y sobre si ellos percibían que las empresas llevaban acciones en pro del ambiente.

Se encontró que el 61.7% de las personas encuestadas consideraron que no era coherente el distintivo de industria limpia que otorga la PROFEPA a las plantas de cemento. Se observó que existe desconocimiento del significado de este distintivo, un 10.8% manifestó no saber a qué se refería la pregunta. Sólo el 26.3% consideró que sí hay coherencia entre el distintivo y las acciones de las empresas cementeras. (Cuadro A.5). Desglosadas las respuestas por municipio, se observa que en Tula -donde está instalada la Cruz Azul- existió mayor aprobación (33%) entre la certificación y las acciones de la empresa. En contraste, en Apaxco – donde se encuentra Holcim- un 77.2% desaprobó que haya coherencia entre el distintivo que ostenta la empresa y sus acciones. (Cuadro 6.1).

En cuanto a que si es peligrosa la quema de residuos peligrosos en los hornos de cemento, en su mayoría los encuestados indicaron que sí es peligrosa (73.4%). Llama la atención que en Tula (78.4%) hubo mayor cantidad de personas que opinaron que era peligrosa la quema de residuos que entre los entrevistados de Apaxco (67.1%). (Cuadro 6.1).

Sobre las acciones favorables al medio ambiente por parte de las empresas cementeras, la respuesta no fue contundente. Un 36.7% consideró que sí llevan a cabo algunas acciones favorables, aunque manifestaron que éstas eran pocas o insuficientes. En Tula es nuevamente donde hubo mayor aprobación (47.4%), para el caso concreto de las localidades vecinas a la cooperativa mencionaron el sistema de recolección de basura que lleva a cabo la empresa. (Cuadro 6.1).

**Cuadro 6.1**  
**Legitimación de las acciones de las empresas cementeras en materia ambiental, según municipio**

	Sí	No	No sé	No contestó	Total
<b>Es coherente el distintivo de "Industria limpia" con las acciones de las cementeras</b>	<b>63</b>	<b>148</b>	<b>26</b>	<b>3</b>	<b>240</b>
(Porcentaje)	26.3	61.7	10.8	1.3	100
Tula	32	47	16	2	97
(Porcentaje)	33.0	48.5	16.5	2.1	100
Atotonilco	18	40	5	1	64
(Porcentaje)	28.1	62.5	7.8	1.6	100
Apaxco	13	61	5		79
(Porcentaje)	16.5	77.2	6.3		100
<b>Es peligrosa la quema de residuos peligrosos en los hornos de cemento</b>	<b>176</b>	<b>49</b>	<b>15</b>		<b>240</b>
(Porcentaje)	73.3	20.4	6.3		100
Tula	76	16	5		97
(Porcentaje)	78.4	16.5	5.2		100
Atotonilco	47	12	5		64
(Porcentaje)	73.4	18.8	7.8		100
Apaxco	53	21	5		79
(Porcentaje)	67.1	26.6	6.3		100
<b>Las empresas cementeras llevan a cabo acciones favorables al medio ambiente</b>	<b>88</b>	<b>114</b>	<b>38</b>		<b>240</b>
(Porcentaje)	36.7	47.5	15.8		100.0
Tula	46	32	19		97
(Porcentaje)	47.4	33.0	19.6		100
Atotonilco	23	33	8		64
(Porcentaje)	35.9	51.6	12.5		100
Apaxco	19	49	11		79
(Porcentaje)	24.1	62.0	13.9		100

Fuente: encuesta a las familias vecinas a las plantas de cemento en Tula, Atotonilco y Apaxco, julio 2012.

### *Beneficios y prejuicios derivados de la actividad cementera*

De modo reiterado se ha mencionado que la generación de empleo es uno de los impactos deseables de cualquier actividad económica. En este sentido, podría asumirse que en su mayoría, los encuestados, estuvieron de acuerdo en recibir beneficios directos e indirectos vinculados con la industria cementera; sin embargo, hay opiniones en contra, con diferencias marcadas entre los municipios.

De acuerdo con los resultados, el 57.9% estuvo de acuerdo en que la industria del cemento es benéfica porque genera empleos, además, el 63.8% consideró que es benéfica por las actividades relacionadas con ésta y el 42.5% señaló estar de acuerdo en que la industria del cemento apoya a la comunidad. (Cuadro A.6). Al observar cómo se distribuyeron las respuestas por municipio, se aprecia que existió mayor aprobación entre los pobladores de Tula que entre quienes residen en Apaxco. Sobre la generación de empleos, en Tula el 70.1% estuvo de acuerdo y un 10.3% señaló estar totalmente de acuerdo con ello, el resto indicó no saber o bien se manifestó en desacuerdo. En Atotonilco siguió predominando las opiniones que estuvieron de acuerdo en que la industria es benéfica en el sentido referido; sin embargo, disminuyó la proporción de opiniones con respecto a Tula, siendo el 59.4% que estuvo de acuerdo y el 9.4% que dijo estar en total acuerdo. En Apaxco, las opiniones que estuvieron de acuerdo fueron menos de la mitad de los entrevistados, el 41.8% expresó estar de acuerdo y el 7.6% indicó estar en total acuerdo. (Cuadro 6.2).

En relación con si la industria es benéfica por las actividades relacionadas con ella, el 63.8% dijo estar de acuerdo y el 7.5% se manifestó en total acuerdo con lo anterior. De nueva cuenta, se observa que la proporción de opiniones a favor caen conforme se pasa de Tula a Atotonilco a Apaxco. No obstante, fue mayor la porción de personas que expresaron que la industria era benéfica por las actividades relacionadas con ella, que por la generación de empleo. (Cuadro A.6). En las respuestas desagregadas, se tuvo que en Tula el 74.2% dijo estar de

acuerdo y el 7.2% se manifestó en total acuerdo. En Atotonilco fue el 65.6% que estuvo de acuerdo y el 7.8% dijo estar en total acuerdo. Y en Apaxco los entrevistados que indicaron estar de acuerdo fue sólo el 49.4% y el 7.6% señaló estar en total acuerdo. (Cuadro 6.2).

**Cuadro 6.2**  
**Percepción sobre los beneficios derivados de la industria cementera**

	Totalmente de acuerdo	De acuerdo	No sé	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo	Total
<b>Benéfica porque genera empleos</b>	<b>22</b>	<b>139</b>	<b>16</b>	<b>61</b>	<b>2</b>	<b>240</b>
(Porcentaje)	9.2	57.9	6.7	25.4	0.8	100
Tula	10	68	8	10	1	97
(Porcentaje)	10.3	70.1	8.2	10.3	1.0	100
Atotonilco	6	38	4	16		64
(Porcentaje)	9.4	59.4	6.3	25.0		100
Apaxco	6	33	4	35	1	79
(Porcentaje)	7.6	41.8	5.1	44.3	1.3	100
<b>Benéfica por las actividades relacionadas con ella</b>	<b>18</b>	<b>153</b>	<b>16</b>	<b>52</b>	<b>1</b>	<b>240</b>
(Porcentaje)	7.5	63.8	6.7	21.7	0.4	100
Tula	7	72	9	9		97
(Porcentaje)	7.2	74.2	9.3	9.3		100
Atotonilco	5	42	3	14		64
(Porcentaje)	7.8	65.6	4.7	21.9		100
Apaxco	6	39	4	29	1	79
(Porcentaje)	7.6	49.4	5.1	36.7	1.3	100
<b>Benéfica porque apoya a la comunidad</b>	<b>15</b>	<b>102</b>	<b>33</b>	<b>82</b>	<b>8</b>	<b>240</b>
(Porcentaje)	6.3	42.5	13.8	34.2	3.3	100
Tula	10	53	16	17	1	97
(Porcentaje)	10.3	54.6	16.5	17.5	1.0	100
Atotonilco	1	26	5	29	3	64
(Porcentaje)	1.6	40.6	7.8	45.3	4.7	100
Apaxco	4	23	12	36	4	79
(Porcentaje)	5.1	29.1	15.2	45.6	5.1	100

Fuente: encuesta a las familias vecinas a las plantas de cemento en Tula, Atotonilco y Apaxco, julio 2012.

Debido a que las empresas cementeras refieren llevar a cabo diversos programas de apoyo a la comunidad, se preguntó qué tan de acuerdo estaban con que la industria era benéfica porque apoyaba a la comunidad. Y los resultados fueron que el 42.5% declaró estar de acuerdo y el 6.3% se expresó en total acuerdo. (Cuadro A.6). Se repitió la tendencia en la distribución de frecuencia de las preguntas anteriores. En Tula el 54.6% opinó estar en acuerdo y el 10.3% en total acuerdo. Por su parte, en Atotonilco fue el 40.6% que mencionó estar de acuerdo y el 1.6% en total acuerdo. Y en Apaxco apenas el 29.1% señaló estar de acuerdo y el 5.1% en total acuerdo. (Cuadro 6.2).

En cuestión a los salarios y prestaciones que otorga la industria, el 34.6% estuvo de acuerdo en que ésta paga salarios más altos y el 3.8% dijo estar en total acuerdo con ello. Y sobre las prestaciones, el 43.8% señaló estar de acuerdo en que la industria es benéfica por las prestaciones que otorga y el 5.8% se manifestó en total acuerdo. (Cuadro 6.2).

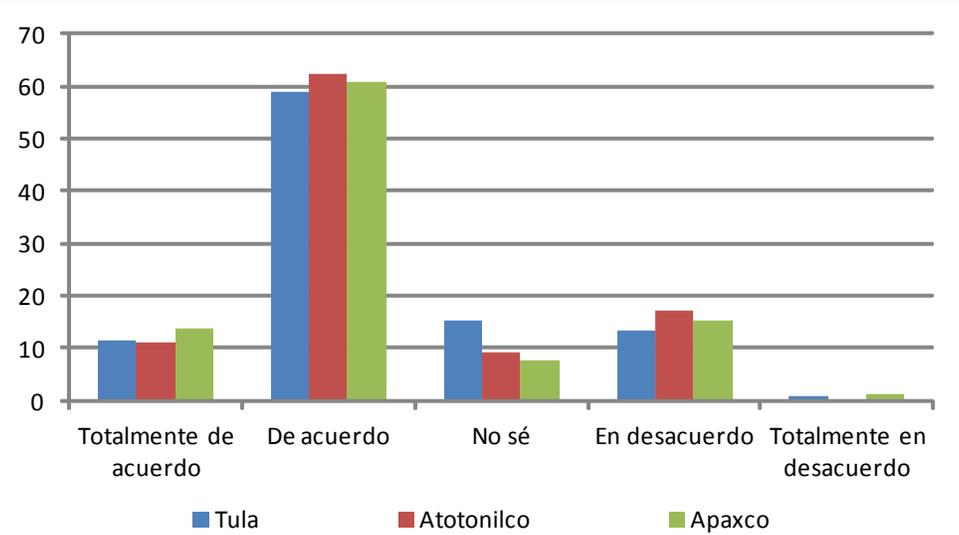
Con respecto a los perjuicios asociados a la actividad de la industria del cemento, se preguntó qué opinan de aquéllos en los que se relacionan enfermedades y contaminación. En general, se encontró que consideran responsable a la industria del cemento de contaminar y de aquellas enfermedades en las que la contaminación es un factor de causa. De los resultados, el 60.4% dijo estar de acuerdo en que la industria del cemento es responsable de enfermedades causadas por tóxicos y el 12.1% se manifestó en total acuerdo. Sobre si la industria del cemento es responsable de enfermedades causadas por tóxicos descargados en el agua, el 52.1% opinó estar de acuerdo y el 11.3% señaló estar en total acuerdo. En lo que concierne a la contaminación atmosférica de la región, el 62.5% mencionó que estaba de acuerdo en que la industria del cemento es responsable de ello y el 13.8% dijo estar en total acuerdo. En relación con la pérdida de biodiversidad de la región, el 56.3% mencionó estar de acuerdo en que la industria del cemento es responsable de ello y el 15.8% se manifestó en total acuerdo. Y sobre si consideran que la industria del cemento es responsable de

alguna enfermedad en su familia debido a la contaminación, el 32.1% opinó estar de acuerdo en ello y el 7.1% dijo estar totalmente de acuerdo. (Cuadro A.7).

Los entrevistados manifestaron que si bien la industria del cemento era responsable de la contaminación no era la única de ello. Diversas personas señalaban también a la refinería de PEMEX e incluso sugirieron que se realizara una investigación como la presente para dicha entidad.

Por otra parte, resulta interesante observar cómo se distribuyeron las observaciones por municipio. Sobre las enfermedades causadas por tóxicos emitidos al aire, fue en Atotonilco donde se registró la proporción de frecuencias más alta en estar de acuerdo, 62.5%; sin embargo, ahí se registró la mayor proporción para *en desacuerdo*. Ahora bien, acumulando las frecuencias de los que opinaron estar de acuerdo y en total acuerdo, fue en Apaxco donde hubo una mayor proporción de respuestas en ese sentido. (Gráfica 6.5).

**Gráfica 6.5**  
**Opinión sobre la responsabilidad de la industria del cemento en enfermedades causadas por tóxicos emitidos al aire**

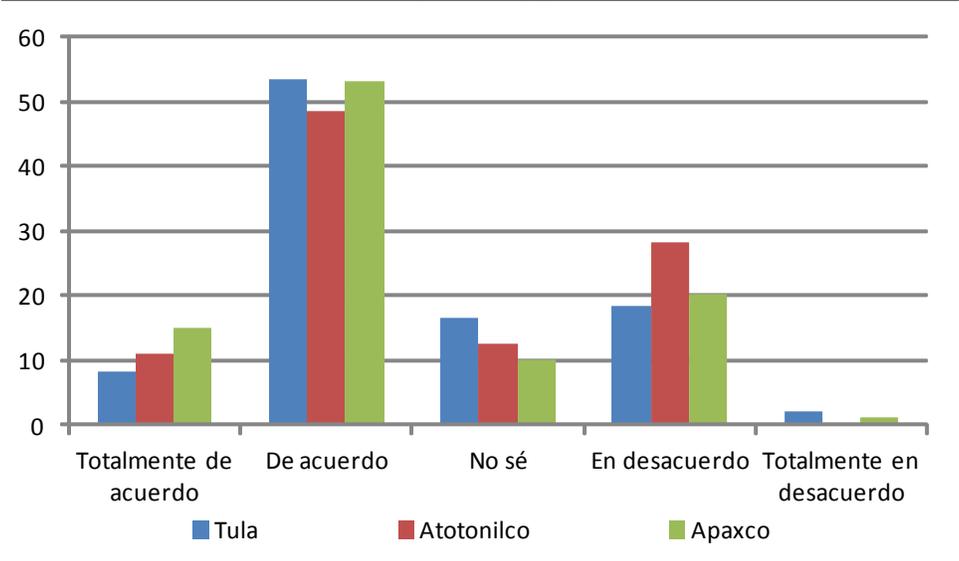


Fuente: encuesta a las familias vecinas a las plantas de cemento en Tula, Atotonilco y Apaxco, julio 2012.

En el renglón de enfermedades causadas por tóxicos descargados en el agua, fue en Tula donde hubo mayor proporción de entrevistados que manifestaron estar de

acuerdo, 53.6%, seguida de Apaxco, 53.2%. Ahora bien, al considerar también aquellos entrevistados que opinaron estar en total acuerdo, se tiene que en Apaxco el 68.4% dijo estar de acuerdo o en total acuerdo con que la industria del cemento es responsable por tóxicos descargados en el agua, seguido de las opiniones de los entrevistados en Tula con el 61.8% acumulado. (Gráfica 6.6). Cabe recordar que en Apaxco, el último incidente en que presuntamente estuvo involucrada la filial de Holcim se relaciona con la descarga de tóxicos en el Río el Salado, por otra parte, el Río Tula está contaminado desde hace varias décadas. Hay que señalar que los propios entrevistados mencionaban que las demás industrias también contribuían a la contaminación de los ríos de la región y que ésta iniciaba afuera de sus estados.

**Gráfica 6.6**  
**Opinión sobre la responsabilidad de la industria del cemento en enfermedades causadas por tóxicos descargados en el agua**  
 (Porcentaje)

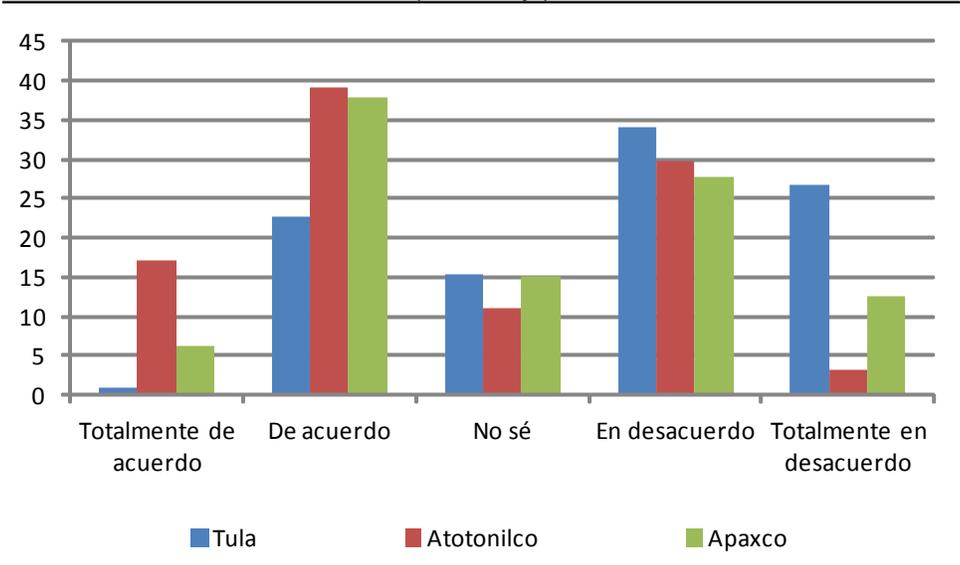


Fuente: encuesta a las familias vecinas a las plantas de cemento en Tula, Atotonilco y Apaxco, julio 2012.

Por último, en lo referente a que si consideran que algún familiar suyo padece enfermedades relacionadas con la contaminación en las que la industria del cemento sea responsable, se presentó mayor diversidad de respuestas. (Gráfica 6.7). En primer lugar, hay que apuntar que el número de opiniones en acuerdo fue

menor a las preguntas anteriores. En segundo lugar, siguiendo la tendencia de que en Apaxco era donde se habían presentado el mayor número de respuestas acumuladas en el sentido de considerar a la industria del cemento como responsable de la contaminación se esperaba que también ahí estuvieran concentradas la mayor proporción de respuestas en considerar a la industria como responsable de alguna enfermedad atribuible a la contaminación entre sus familiares; sin embargo, no fue así.

**Gráfica 6.7**  
**Opinión sobre la responsabilidad de la industria del cemento en el padecimiento de alguna enfermedad en su familia debido a la contaminación**  
 (Porcentaje)



Fuente: encuesta a las familias vecinas a las plantas de cemento en Tula, Atotonilco y Apaxco, julio 2012.

En Atotonilco fue el lugar donde un mayor número de personas opinaron estar de acuerdo en que la industria del cemento era responsable del padecimiento de enfermedades relacionadas con la contaminación de alguno de sus familiares, el 39.1% dijo estar de acuerdo y el 17.2% se pronunció en total acuerdo, acumulando el 56.3% de las respuestas obtenidas en ese municipio. En proporción de respuestas, siguió Apaxco con el 44.3% de las opiniones ya sea de

acuerdo o en total acuerdo. Por su parte, Tula fue en donde se registró el mayor número de respuestas en desacuerdo o total desacuerdo, con el 60.8 por ciento.

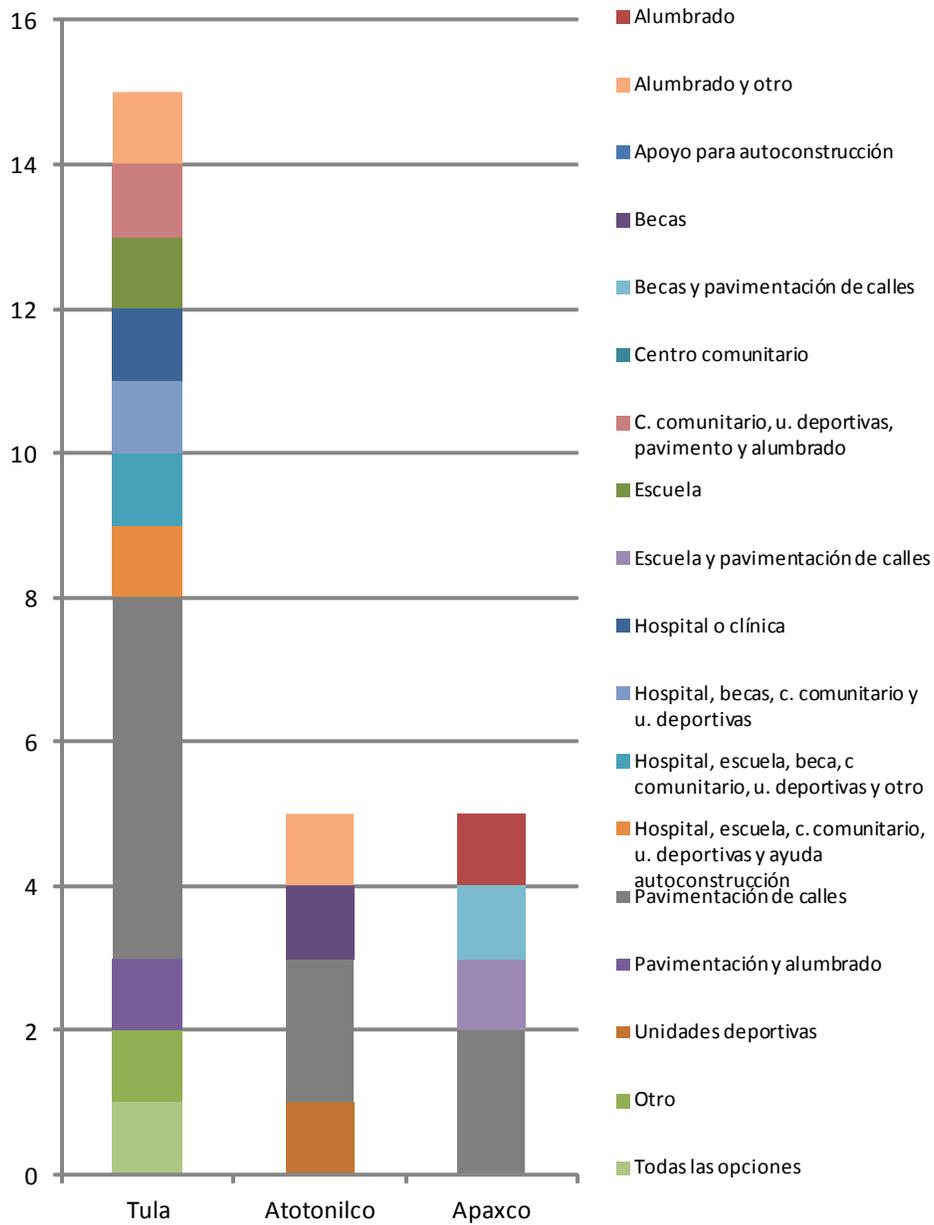
### *Programas de apoyo/fortalecimiento a la comunidad*

De los entrevistados, sólo el 10.4% manifestó ser beneficiado por algún programa patrocinado por las empresas cementeras. (Cuadro A.8; gráfica 6.8). Tula fue el lugar con mayor número de casos registrados, la respuesta sobre el tipo de programa fue muy diversa, el más frecuente fue la pavimentación de calles, pero también lo fue el que la empresa haya contribuido con servicios a la salud, hospital, combinado de otros programas como escuelas, unidades deportivas y centros comunitarios. En Atotonilco dijeron ser beneficiados por programas de alumbrado, pavimentación de calles, unidades deportivas y becas. Y en Apaxco declararon ser beneficiados por programas de pavimentación de calles, alumbrado, escuelas y becas. Al respecto, cabe puntualizar que en Tula, en la localidad de San Miguel Vindhó, se halla la Cruz Azul, en este sentido los beneficios que la cooperativa otorga a sus afiliados se aprecia que se han extendido al resto de la comunidad residente en dicho sitio.

### *Caso Ecoltec*

En términos generales, el 23.3% de los encuestados indicó tener conocimiento de alguna organización local preocupada por el medio ambiente. A nivel municipal, en Tula el 15.5% dijo saber de alguna, mencionando algunas personas a la Universidad Tecnológica de Tula-Tepeji. En Atotonilco fue el 24.9% que dijo tener conocimiento, sin referirse a alguna en particular. En tanto que en Apaxco fue el 34.2% que respondió afirmativamente. (Gráfica 6.9).

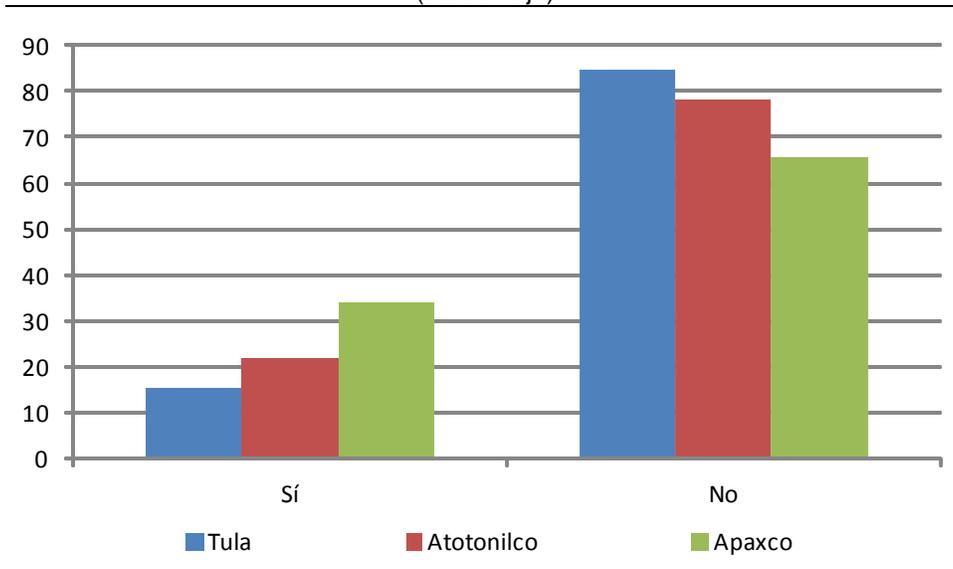
**Gráfica 6.8**  
**Beneficiados y tipo de programa**  
 (Número de casos)



Fuente: encuesta a las familias vecinas a las plantas de cemento en Tula, Atotonilco y Apaxco, julio 2012.

**Gráfica 6.9**  
**Conocimiento sobre alguna organización local preocupada por el**  
**medioambiente**

(Porcentaje)



Fuente: encuesta a las familias vecinas a las plantas de cemento en Tula, Atotonilco y Apaxco, julio 2012.

Sobre los diferentes incidentes en que se relaciona a Ecoltec, hay dos patrones, uno es que la proporción de respuestas afirmativas disminuyó conforme los incidentes referidos fueron más graves; el otro, es que en Apaxco manifestaron tener mayor conocimiento de los incidentes seguido de Atotonilco; cabe recordar que Ecoltec, filial de Holcim, está ubicada en Apaxco y que el incidente en que murieron 11 campesinos presuntamente por inhalar gases desprendidos por sustancias vertidas al río El Salado ocurrió en los límites entre Atotonilco y Apaxco.

En general, se deduce que en Tula hubo menor difusión de los incidentes. (Cuadro A.9). En específico, sobre la incidencia de malos olores provenientes de Ecoltec, el 84.8% de los entrevistados residentes en Apaxco afirmaron haber tenido conocimiento, seguido de los vecinos de Atotonilco con el 53.1% de las respuestas afirmativas, los habitantes de Tula que dijeron haber tenido conocimiento de ese hecho fueron el 19.6%. Con respecto a incendios ocurridos en Ecoltec, en Apaxco el 69.6% afirmó haberse enterado de ellos, en Atotonilco fue el 40.6% que afirmó

tener conocimiento y en Tula fue el 17.5% que respondieron afirmativamente. Sobre el accidente en que se involucra la muerte de los campesinos, la fuga de monómero de acrilato, el 49.4% de los entrevistados residentes en Apaxco dijo haber sabido del incidente, en Atotonilco la respuesta afirmativa fue del 26.6%, en tanto que en Tula sólo el 4.1% de los entrevistado afirmó saber del hecho.

En cuanto a la forma de enterarse de los incidentes<sup>62</sup>, en su mayoría mencionaron “otros” como respuesta, especificando que fue a través de sus vecinos o la comunidad y en algunos casos mediante trabajadores de Ecoltec –a pesar de que les prohibieron hablar del asunto a decir de los encuestados-. (Cuadro A.10).

En lo referente a los afectados (cuadro 6.3), en promedio el 7.1% de los encuestados manifestó que alguno de sus familiares había sido afectado por los incidentes en Ecoltec, siendo en Apaxco donde se registró la mayor tasa (13.9%) y la menor en Tula (2.1%).

**Cuadro 6.3**  
**Familiares afectados por los incidentes relacionados con Ecoltec**

	Sí	No	No contestó	Total
<b>Alguien de su familia resultó afectado por los incidentes en Ecoltec</b>	<b>17</b>	<b>200</b>	<b>23</b>	<b>240</b>
(Porcentaje)	7.1	83.3	9.6	100
Tula	2	83	12	97
(Porcentaje)	2.1	85.6	12.4	100
Atotonilco	4	52	8	64
(Porcentaje)	6.3	81.3	12.5	100
Apaxco	11	65	3	79
(Porcentaje)	13.9	82.3	3.8	100

Fuente: encuesta a las familias vecinas a las plantas de cemento en Tula, Atotonilco y Apaxco, julio 2012.

<sup>62</sup> Esta pregunta la contestaron quienes afirmaron tener conocimiento de los incidentes.

Por otra parte, el 10.4% afirmó haber participado en algún movimiento de protesta relacionado con los incidentes en Ecoltec y el 37.1% dijo tener conocimiento de la denuncia ciudadana interpuesta por el grupo Pro Salud Apaxco-Atotonilco ante la PROFEPA. En estos aspectos siguen predominando las respuestas afirmativas en Apaxco. (Cuadro 6.4).

**Cuadro 6.4**  
**Movimiento social y denuncia ciudadana**

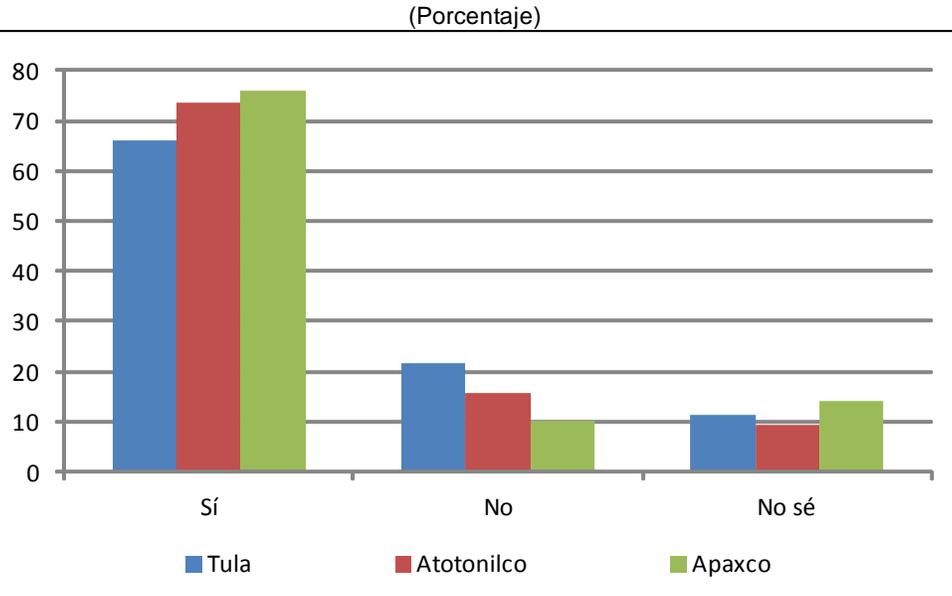
	Sí	No	No contestó	Total
<b>Participó en algún movimiento o protesta relacionado con los incidentes en Ecoltec</b>	<b>25</b>	<b>207</b>	<b>8</b>	<b>240</b>
(Porcentaje)	10.4	86.3	3.3	100
Tula	1	92	4	97
(Porcentaje)	1.0	94.8	4.1	100
Atotonilco	7	54	3	64
(Porcentaje)	10.9	84.4	4.7	100
Apaxco	17	61	1	79
(Porcentaje)	21.5	77.2	1.3	100
<b>Sabe de la denuncia ciudadana interpuesta por el grupo Pro Salud Apaxco-Atotonilco</b>	<b>89</b>	<b>147</b>	<b>4</b>	<b>240</b>
(Porcentaje)	37.1	61.3	1.7	100
Tula	10	84	3	97
(Porcentaje)	10.3	86.6	3.1	100
Atotonilco	24	39	1	64
(Porcentaje)	37.5	60.9	1.6	98.4
Apaxco	55	24		79
(Porcentaje)	69.6	30.4		100

Fuente: encuesta a las familias vecinas a las plantas de cemento en Tula, Atotonilco y Apaxco, julio 2012.

Sobre la calificación que asignaron a la actuación de las autoridades en el caso Ecoltec, el 35.4% opinó que había sido regular, seguido del 25% que consideró que había sido mala y del 11.3% que dijeron que la actuación de las autoridades fue muy mala. Con respecto a la actuación de la empresa, el 35.88% manifestó que había sido regular, el 21.7% la calificaron de mala y el 12.5% consideró que había sido muy mala. (Cuadro A.11).

Por último, el 71.3% de los encuestados dijo creer que había relación entre las enfermedades que se mencionaron a lo largo del cuestionario y las actividades de las cementeras, siendo en Apaxco donde se registró la mayor proporción de respuestas afirmativas, seguido de Atotonilco (gráfica 6.10). Sobre dónde o de quién más han escuchado dicha opinión, dijeron que era con sus familiares (22.5%) y amistades o vecinos (“otro”, 27.1%). (Cuadro A.12).

**Gráfica 6.10**  
**Opinión sobre las enfermedades referidas en el cuestionario y las actividades de las cementeras, ¿creen que hay relación?**



Fuente: encuesta a las familias vecinas a las plantas de cemento en Tula, Atotonilco y Apaxco, julio 2012.

Con la información disponible sobre el caso Ecoltec y con las opiniones de los entrevistados no es posible concluir de manera contundente qué ocurrió, se generan más interrogantes que respuestas. En opinión del biólogo Jaime Eduardo García Sepúlveda, director general de operación y control de auditorías de la PROFEPA, el asunto de Ecoltec fue un “*tema social mal manejado*”, la empresa contaba con el certificado de industria limpia, es decir, que cumplía con la normatividad, cuando fue cerrada por la comunidad. En este sentido también se encuentra la opinión del médico Javier Navarro Montaña, del Centro de Salud Apaxco, que calificó estos incidentes como “*rumores de la gente*”, a juicio del médico, quien ha hecho recorridos por las instalaciones de Holcim, la empresa cumple con la normatividad; sin embargo, mencionó que las empresas caleras no reciben la misma atención (vigilancia) y que inclusive la calera de Holcim no muestra un desempeño ambiental deseable.

Por otra parte, Joel Hernández, activista y precursor del Movimiento Pro-Salud, calificó de ridícula la sanción que recibió Ecoltec y manifestó que a pesar de que las personas se han alejado del movimiento debido al “*cansancio*” del proceso contra Ecoltec, el movimiento seguía teniendo la atención de la comunidad. Sin embargo, él también señaló que diversos grupos que los habían apoyado en un inicio sólo buscaban sus propios intereses; sobre Greenpeace dijo que al movimiento lo habían calificado como “*grupo caprichoso*”.

Por estos elementos, el caso Ecoltec amerita una investigación más profunda y con participación de antropólogos y sociólogos para que además de ahondar en los hechos, se penetre en el estudio de los aspectos cualitativos que se relacionan con dicho movimiento.

El caso Ecoltec pone de manifiesto la importancia de una comunicación eficaz con los grupos de interés además de la pertinencia de información clara y pública sobre el desempeño ambiental de las empresas. En la medida que las empresas manifiesten los resultados de las auditorías ambientales practicadas en sus instalaciones, permitirá que los interesados puedan comparar los datos puntuales de la auditoría con los parámetros que señala la norma oficial que corresponda a

la actividad de la empresa y de este modo observar cuáles mediciones están dentro de los límites de la norma y cuáles representan un área crítica. Así, la sociedad tendría más elementos para presionar a aquellas empresas que no tengan un buen desempeño ambiental y patrocinar, como consumidores, a las que sí estén aportando con hechos a la sustentabilidad. A la vez que las certificaciones y distinciones obtendrían más significado. De lo contrario, tal y como viene ocurriendo, la opacidad de la información pone en entre dicho el desempeño ambiental de las empresas y con ello su responsabilidad social. Como lo señaló Joel Hernández “*con uno que esté inconforme y sepa qué hacer, es suficiente*” para interferir en la operación de las empresas.

#### 6.2.2 Análisis factorial exploratorio

Con miras a proponer una evaluación por municipios de lo que opinaron los entrevistados se realizó un análisis factorial exploratorio. En particular fueron de interés los grupos de ítems (variables):

- Condiciones medioambientales en lo relativo a la contaminación: aire, agua, ruido.
- Incidencia de enfermedades relacionadas con las emisiones de compuestos orgánicos permanentes -respiratorias, cáncer, riñón, asma, diabetes-, y lentes.
- Percepción sobre la gestión ambiental empresas cementeras: ruido de las plantas, polvo de las plantas, olores de las plantas, accidentes sustancias químicas, humo de las chimeneas, polvo de los camiones, humo de los camiones, accidentes en que se involucran los camiones.
- Percepción sobre la actuación autoridades de los tres niveles de gobierno: autoridades municipales monitorean aire, autoridades municipales instrumentan programas, autoridades estatales coordinan esfuerzos municipales, existe interés de las autoridades federales, las autoridades de los tres niveles llevan acciones de vigilancia.

- Percepción sobre la legitimidad de las certificaciones: industria limpia, quema de residuos, acciones favorables medioambiente.
- Beneficios y perjuicios derivados de la actividad cementera: generación de empleos, actividades relacionadas, apoyos a la comunidad, salarios altos, prestaciones, enfermedades por emisiones de tóxicos en el aire, enfermedades por emisiones de tóxicos en el agua, contaminación atmosférica, pérdida de la biodiversidad, enfermedades relacionadas con la contaminación y cementeras.

Antes de proceder al análisis, se asignó una escala a cada grupo de respuestas. Se usaron tres escalas con el fin de representar opiniones positivas y negativas.

- Para las condiciones medioambientales (excluyendo la intensidad del ruido) y beneficios derivados de la actividad cementera la escala fue: 2, 1, 0, -1, -2.
- Para la intensidad del ruido local, percepción gestión ambiental empresas cementeras y perjuicios derivados de la actividad cementera la escala fue: -2, -1, 0, 1, 2.
- Para percepción actuación autoridades y legitimidad de las certificaciones la escala fue: -1, 0, 1.

Estos grupos de variables abarcan un total de 35 ítems, cuya alfa de Cronbach es de 0.874, nivel que se puede considerar fiable.

Se procedió a un análisis factorial exploratorio. En la primera etapa (comunalidades) se aprecia cuáles ítems podrían ser mejor explicados por el análisis: respiratorias, ruido de las plantas, polvo de las plantas, polvo de los camiones, humo de los camiones, actividades relacionadas, prestaciones y contaminación atmosférica. De modo que se podría plantear la posibilidad de excluir algunas variables dentro del análisis, por ejemplo, aquellas cuya variabilidad el modelo sea incapaz de reproducir al menos el 60%: ruido, riñón, accidentes sustancias químicas, existe interés de las autoridades federales, industria limpia, apoyos a la comunidad, enfermedades por emisiones de tóxicos en el aire, enfermedades relacionadas con contaminación cementeras.

Considerando los 35 ítems, la varianza total puede ser explicada en un 64.22% (cuadro B.1; apéndice B) por 10 componentes principales (cuadro B.2).

- Factor 1: humo de las chimeneas, olores de las plantas, polvo de las plantas, humo de los camiones, apoyos a la comunidad, industria limpia, ruido de las plantas, respiratorias, enfermedades relacionadas con contaminación cementeras, acciones favorables medioambiente, generación de empleos, salarios altos, asma, accidentes sustancias químicas, actividades relacionadas y existe interés de las autoridades federales. Se refieren básicamente a la gestión ambiental realizada por la empresa tanto en planta como en equipo de transporte, así como beneficios, además de la percepción del incremento de enfermedades respiratorias y asma e interés de las autoridades federales. Es decir, relacionan las enfermedades respiratorias con la gestión ambiental de las cementeras y el interés de las autoridades federales (por cierto, esta actividad es de competencia federal) y ponderan los beneficios principales (generación de empleos, actividades relacionadas, salarios altos, apoyos a la comunidad) así como la posibilidad de que la enfermedad de algún familiar esté relacionada con la contaminación generada por las cementeras.
- Factor 2: autoridades municipales instrumentan programas, autoridades estatales coordinan esfuerzos municipales, autoridades municipales monitorean aire, las autoridades de los tres niveles llevan acciones de vigilancia, cáncer y riñón. En general, corresponde a la actuación de las autoridades a nivel municipal y estatal en materia de contaminación ambiental. A lo cual también asocian las enfermedades de cáncer y riñón.
- Factor 3: contaminación atmosférica, enfermedades por emisiones de tóxicos en el agua, enfermedades por emisiones de tóxicos en el aire, pérdida de la biodiversidad. Corresponden a perjuicios derivados de la actividad de la industria cementera.
- Factor 4: no está claramente identificada la variable asociada. La de mayor peso para el 4to. factor es olores de las plantas, pero ésta es multifactorial y tiene mayor peso en el componente 1.

- Factor 5: prestaciones
- Factor 6: accidentes involucrados camiones.
- Factor 7: aire, lentes y diabetes.
- Factor 8: quema de residuos.
- Factor 9: ruido.
- Factor 10: agua.

Como se observa a partir de factor 4, no hay asociación directa de las actividades de la industria cementera con otras variables. Por lo que se refuerza el planteamiento de que es pertinente reducir el número de variables dentro del análisis. Si fuera el interés evaluar la percepción sobre la contaminación en general encontraríamos como componentes, la actividad de la industria del cemento (factor 1), actuación de autoridades municipales y estatales (factor 3) y demás factores.

Sobre estos 35 ítems, la prueba Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) arroja un valor de 0.769 y matriz anti-imagen no muestra correlaciones altas entre variables y diagonal cercana a uno. En ambos, se concluye que el análisis factorial es pertinente para este caso.

Sin embargo, considerando que el objetivo es evaluar la percepción de los habitantes vecinos a las plantas de cemento sobre el impacto de la industria -y como se aprecia, los factores 1 y 3 son los que mejor lo explicarían-, se volvió a repetir al análisis sólo para estas variables.

Después de la depuración, el alfa de Cronbach para los 20 ítems es de 0.849, sigue estando en un nivel aceptable de fiabilidad.

Al observar la proporción de la varianza que puede ser explicada por el modelo de análisis factorial (cuadro B.3), queda abierta la posibilidad de contemplar eliminar otro grupo de variables (teniendo como criterio aquellas con menos de 60% de varianza –extracción-), las cuales podrían ser, por ejemplo, humo de los camiones,

responsable enfermedad de algún familiar y accidentes sustancias químicas, ya que son las variables peor explicadas por el modelo.

Quedarían en el modelo aquellas variables que se relacionan directamente con las operaciones en planta, así como generación de empleos directos y actividades relacionadas, y los perjuicios relacionados con la contaminación atmosférica, pérdida de biodiversidad y tóxicos descargados en el agua (cabe recordar que al caso Ecoltec se vinculan las muertes de 11 campesinos que llevaban a cabo actividades de limpieza en el Río Salado).

Prosiguiendo con el análisis del grupo de 20 ítems, la varianza del modelo se puede explicar hasta en un 58.99% (cuadro B.5) mediante cinco componentes.

Con la matriz de componentes (cuadro B.6) es posible identificar el grupo de variables que componen cada factor, de los resultados se encuentra que:

- Factor 1, *gestión ambiental de las operaciones, beneficios y perjuicios directos y legitimidad*. Comprende las variables humo de las chimeneas, polvo de las plantas, olores de las plantas, ruido de las plantas y humo de los camiones, que están directamente relacionadas con la operación de la fábrica. La generación de empleos y apoyos a la comunidad son variables relacionadas con los beneficios, en tanto que las variables pérdida de la biodiversidad, enfermedad de un familiar relacionada con contaminación y las cementeras, y enfermedades por emisiones de tóxicos en el aire, tienen que ver con los perjuicios derivados de la actividad industrial. Por último, las variables industria limpia y acciones favorables al medioambiente se relacionan con la legitimación de las acciones de las empresas.
- Factor 2: *accidentes sustancias químicas*. Esta variable, como se aprecia, es multifactorial, está relacionada tanto con el factor 1 como 2. Se determinó dejarla en el segundo factor dado que en ocasiones los encuestados al referirse sobre los accidentes de sustancias químicas completaban el enunciado mencionando a PEMEX, por lo que cabe la ambigüedad en la respuesta al ítem.

- Factor 3, *otros beneficios*: actividades relacionadas a la industria y salarios altos.
- Factor 4, *incremento de enfermedades respiratorias y asma*.
- Factor 5, *interés de las autoridades federales*.

Sobre estos 20 ítems, la medida de adecuación muestral, Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) arroja un valor de 0.820 que con respecto al primer análisis es más robusto (se acerca más a uno). En tanto que la matriz anti-imagen presenta en la diagonal valores cercanos a uno y correlaciones bajas entre variables. En ambos, se concluye que el análisis factorial sigue siendo pertinente.

Se podría resumir, que los habitantes aledaños a las plantas de cemento consideran como elementos principales: la gestión ambiental de las operaciones, los beneficios y perjuicios directos y la legitimidad, los accidentes de sustancias químicas, otros beneficios, el incremento de enfermedades respiratorias y asma e interés de las autoridades federales. Con estos elementos se propone evaluar el impacto de la industria del cemento de acuerdo con este grupo de *stakeholders*.

### 6.3 Evaluación del impacto de la industria del cemento según la opinión de las comunidades vecinas

Para llevar a cabo la evaluación de los impactos de la industria del cemento de acuerdo con la apreciación de los habitantes aledaños a las plantas de cemento, se parte del grupo de variables identificadas en el análisis factorial. En esta etapa se asigna una calificación a cada uno de los elementos, cabe recordar que la escala de los ítems fue -2, -1, 0, 1, 2 en ese orden o invertida y algunos casos de -1, 0 y 1. Para elaborar la escala se consideraron los extremos de respuestas negativas y positivas, sumando -37 y 37 respectivamente; se formaron cinco intervalos de 14.8 de longitud (cuadro 6.5).

**Cuadro 6.5**  
**Escala de evaluación de la opinión sobre el impacto**  
**de la industria del cemento**

Muy mala	Mala	Regular	Buena	Muy buena
-37, -22.25	-22.25, -7.45	-7.45, 7.45	7.45, 22.25	22.25, 37

Fuente: elaboración propia.

La asignación del puntaje de cada ítem fue con base en sus respectivas medias (anexo 12). Los resultados de la evaluación se pueden analizar por cada municipio y a nivel agregado (cuadro 6.6).

### *Tula*

De los tres municipios analizados, Tula muestra una opinión con menos negatividad, esto refleja de que ahí opera una cooperativa cuyos principios aún prevalecen; sin embargo, también se observa que los habitantes están conscientes de los perjuicios derivados de la actividad.

En el primer factor, las variables relacionadas con la gestión ambiental de la empresa se encuentran en un rango de -0.4 a 0.4, que corresponde a que los entrevistados no aprecian mejoras ni condiciones peores a las que tenían hace diez años en esa materia, excepto el humo de los camiones que está en un rango de -1.2 a -0.4, es decir, consideran que es mayor en comparación al pasado. En cuanto a los beneficios, ambas variables tienen una calificación positiva en un rango de 0.4 a 1.2, en el que califican estar de acuerdo en que se perciben tales beneficios. Sobre los perjuicios, las variables responsable de la pérdida de la biodiversidad, responsable de la contaminación atmosférica y responsable de enfermedades por tóxicos descargados en el agua y aire están en un rango de -1.2 a -0.4, que representa que están de acuerdo en que la industria del cemento genera tales perjuicios, pero, no sucede para la variable responsable de la enfermedad de algún familiar que está en un rango de 0.4 a 1.2, lo que significa que no están de acuerdo en que la contaminación generada por la industria del

cemento sea responsable directa de la enfermedad de algún familiar. Por último, sobre la legitimidad de las acciones de las empresas cementeras las dos variables están en el rango de -0.2 a 0.2 en lados opuestos, lo que señalaría que no están ni en acuerdo en que las empresas llevan a cabo acciones favorables al medio ambiente ni en desacuerdo en que sea coherente el distintivo de industria limpia con las acciones que se perciben de ellas.

El segundo factor, accidentes de sustancias químicas está en un rango de -0.4 a 0.4, es decir, no perciben que la situación sea mejor o peor que hace diez años. El tercer factor, señala que no están ni acuerdo ni en desacuerdo en que los salarios que se pagan en la industria del cemento sean más altos que en otras, y sí están de acuerdo en que la industria del cemento es benéfica por las actividades que se relacionan con ella. El cuarto factor señala que perciben que es mayor el número de casos de personas con asma y con enfermedades respiratorias con respecto a hace diez años. El quinto factor, sobre el interés de las autoridades federales, no perciben tal interés (la calificación está en el rango de -0.6 a -0.2 en una escala de -1 a 1).

El puntaje total para la evaluación de Tula es -2.49, de acuerdo con la escala propuesta, la opinión de la comunidad, sobre el impacto de las actividades de las empresas cementeras, se califica de regular. El balance final entre variables no sesga a un extremo (positivo o negativo) la percepción de los habitantes entrevistados sobre el impacto de las actividades de la industria del cemento.

### *Atotonilco*

En este municipio se aprecia un cambio con respecto a Tula. La evaluación de la opinión sobre el impacto de la industria del cemento tiene un sesgo negativo. A continuación se muestra el desglose por factores.

Factor 1. Las calificaciones a las variables relacionadas con la gestión ambiental de las empresas cementeras indican que la percepción de los habitantes es que

es mayor cada una de las externalidades negativas: humo, polvo, malos olores. Con excepción del ruido proveniente de las plantas de cemento, variable para la cual no consideran que haya mejorado o empeorado la situación con respecto a hace diez años. En lo que concierne a los beneficios, los resultados señalan que están de acuerdo en que la industria del cemento es benéfica porque genera empleos (rango de 0.4 a 1.2), pero no están ni acuerdo ni en desacuerdo en que la industria del cemento sea benéfica porque apoye a la comunidad. Con respecto a los perjuicios asociados a las actividades de la industria del cemento, las calificaciones de los entrevistados muestran que están de acuerdo en que la industria es responsable de la pérdida de biodiversidad, contaminación atmosférica, y enfermedades causadas por tóxicos descargados en el agua; sin embargo, a pesar del sesgo negativo a la cuestión de que si consideran que sea responsable de la enfermedad de algún familiar, la calificación a esta variable se queda en el rango de -0.4 a 0.4, es decir, ni de acuerdo ni en desacuerdo. En cuanto a la legitimidad, no consideran que sea coherente el distintivo de industria limpia y las acciones de las cementeras, y aunque también tiene sesgo negativo, la calificación al ítem sobre las acciones favorables al medio ambiente queda en un rango en que no hay consenso sobre respuesta negativa o positiva, (de -0.2 a 0.2).

Sobre el segundo factor, accidentes de sustancias químicas, al igual que en Tula, la respuesta se encuentra en un rango que señala que los entrevistados no perciben que la situación sea mejor o peor con respecto a la situación que tenían hace diez años. En lo que concierne al tercer factor, la calificación señala que están de acuerdo en que la industria del cemento es benéfica por las actividades que se relacionan con ella; pero, no así sobre la cuestión de que si la industria del cemento paga salarios más altos, la calificación tuvo una connotación negativa aunque cayó en el rango de indefinición de respuesta. Sobre el cuarto factor, la percepción es que es mayor el número de personas enfermas de asma y enfermedades respiratorias. Por último, consideran que no hay interés por parte de las autoridades federales para llevar a cabo en su localidad programas de disminución y mitigación de la contaminación.

El conjunto de calificaciones en Atotonilco, sugieren que existe una mala opinión del impacto de la industria del cemento.

**Cuadro 6.6**  
**Evaluación del impacto de la industria del cemento, según la apreciación de los habitantes aledaños a las plantas de cemento**

	Tula	Atotonilco	Apaxco	Total
<b>Factor 1:</b>				
Humo de las chimeneas de las plantas de cemento	-.17	-.45	-.43	-.34
Polvo de las plantas de cemento	-.27	-.67	-.49	-.45
Olores de las plantas de cemento	-.25	-.64	-.69	-.51
Responsable pérdida biodiversidad	-.51	-.64	-.85	-.65
Responsable contaminación atmosférica	-.63	-.83	-.81	-.74
Responsable enfermedad de algún familiar	.63	-.38	.03	.16
Ruido de las plantas de cemento	-.12	-.35	-.14	-.19
Las empresas cementeras llevan a cabo acciones favorables al medio ambiente	.14	-.16	-.38	-.11
Benéfica porque apoya a la comunidad	.56	-.11	-.16	.14
Es coherente el distintivo de "Industria limpia" con las acciones de las cementeras	-.16	-.35	-.61	-.36
Responsable de enfermedades causadas por tóxicos agua	-.48	-.42	-.61	-.51
Benéfica porque genera empleos	.78	.53	.10	.49
Responsable de enfermedades causadas por tóxicos aire	-.66	-.67	-.72	-.68
Humo camiones cementeras	-.64	-.92	-.81	-.77
<b>Factor 2:</b>				
Accidentes de sustancias químicas	-.26	-.17	-.28	-.24
<b>Factor 3:</b>				
Benéfica por actividades relacionadas a ella	.79	.59	.25	.56
Benéfica porque paga salarios más altos	.36	-.19	-.30	.00
<b>Factor 4:</b>				
Personas con asma	-.55	-.79	-.61	-.63
Personas con enfermedades respiratorias	-.80	-1.12	-.87	-.90
<b>Factor 5:</b>				
Existe interés de las autoridades federales	-.27	-.37	-.47	-.36
<b>Puntaje total</b>	<b>-2.49</b>	<b>-8.10</b>	<b>-8.84</b>	<b>-6.10</b>

Fuente: elaboración propia.

### Apaxco

En este municipio la situación es similar a la que se presenta en Atotonilco. Para el primer factor, las variables relacionadas con la gestión ambiental de las empresas

caen en un rango que indica que los entrevistados perciben que es mayor cada una de las variables, con excepción del ruido proveniente de la plantas de cemento, el cual consideran que es igual a la situación que vivían hace diez años. En cuanto a los beneficios, ambas variables quedan en el rango en que no hay consenso, aunque presentan diferente sesgo; para la variable genera empleos tiene sesgo positivo y en cuanto a la variable apoya a la comunidad la calificación tiene una connotación negativa, es decir, no están de acuerdo en ello. Siguiendo con las variables relacionadas con los perjuicios, están de acuerdo en que la industria es responsable de la pérdida de la biodiversidad, de la contaminación atmosférica, de las enfermedades causadas por tóxicos descargados tanto en el agua como en el aire; sin embargo, no es así para el ítem responsable de la enfermedad de algún familiar, calificación que cae en el rango de indefinición de respuesta. Por último, sobre la legitimidad, no creen que las empresas lleven a cabo acciones favorables al medio ambiente y mucho menos que sea coherente el distintivo de industria limpia con las acciones que se perciben de ellas.

El segundo factor, al igual que en los otros dos municipios, la respuesta señala que los entrevistados no perciben que la situación sea mejor o peor con respecto a la situación que tenían hace diez años. Las calificaciones del tercer factor caen en el rango ni de acuerdo ni en desacuerdo; sin embargo, hay que resaltar que para las actividades relacionadas con la industria del cemento la calificación es positiva pero es la menor de las puntuaciones y en lo referente a benéfica porque paga salarios más altos la connotación es negativa, mucho mayor que en Atotonilco. También consideran que es mayor el número de casos de personas enfermas de asma y enfermedades respiratorias, coincidiendo con los otros dos municipios. Por último, consideran que no hay interés por parte de las autoridades federales, situación presente en Tula y Atotonilco. El puntaje en Apaxco es el más negativo, -8.84, la opinión general sobre el impacto de la industria del cemento cae en la calificación de mala.

Como se observa, para la región Tula-Atotonilco-Apaxco, la evaluación de la opinión sobre el impacto derivado de la industria del cemento, de acuerdo con los

resultados del estudio, es mala. En Tula es donde se perciben más los beneficios por parte de los entrevistados, al igual que las leves mejorías en los aspectos relacionados con la gestión ambiental, y la ponderación de los perjuicios es menor, todo ello en comparación con los otros dos municipios.

La evaluación es coherente con el análisis descriptivo de los resultados de la encuesta, con la ventaja que en ésta se reduce el número de variables a observar.

¿Cuál es el sentir de las comunidades? Por una parte, reconocen los beneficios generados en la región por la industria del cemento; en particular, los provenientes de las actividades relacionadas con la industria. Cabe señalar lo que dijeron algunos de los entrevistados residentes de Apaxco, “*las personas que contratan vienen de afuera*” (temática que convendría indagar en futuros estudios), lo cual simplemente podría reflejar el poco empleo directo que se genera en comparación con la población económicamente activa. Por otra parte, los entrevistados también manifestaron reconocer cuáles son los impactos negativos de la industria, en lo relativo a la contaminación y pérdida de la biodiversidad. Los datos publicados en el RETC muestran que se emiten contaminantes en la zona, independientemente del alcance de dicha contaminación. Al respecto, en general los entrevistados no perciben avances importantes en materia de gestión ambiental de las empresas, incluso, señalan que la problemática se agrava. Lo anterior, es la tendencia de la opinión, se vio que ésta presenta diferencia de matices entre cada variable observada así como entre los municipios considerados en el estudio.

La comunidad es uno de los principales grupos de interés con los cuales la empresa se relaciona y debe mantener buena comunicación. Se han podido observar diversas variables que conforman la opinión de los residentes de una comunidad, a este respecto, el siguiente capítulo profundiza en el análisis de las variables que influyen en la formación de opinión.



## Capítulo VII

### **Del sentir de la comunidad al interés personal y colectivo: aliciente u obstáculo hacia la sustentabilidad**

---

La tendencia de la opinión que una comunidad tiene se conforma de las diferentes opiniones individuales y de la interacción que hay entre las personas que al compartir su sentir sobre un tema dado pueden influir en los otros, llegando incluso a modificar la tendencia previa. La opinión que se tenga sobre un tópico específico es un paso anterior a la ejecución de acciones, como las movilizaciones sociales. En el capítulo previo se observaron diversas variables que en conjunto dieron una panorámica de la evaluación que los entrevistados tienen sobre el impacto de la actividad de la industria del cemento. En ese recorrido, se presentaron algunos aspectos concernientes al caso Ecoltec; en particular, se observó que las personas que afirmaron tener conocimiento de los eventos del caso, señalaron haberse enterado principalmente a través de sus familiares y amistades (o vecinos). Es decir, a través de las personas que conforman su red social.

El objetivo del capítulo es analizar las variables que influyen en la formación de opinión de los habitantes aledaños a las plantas de cemento. Para lo cual se recurre a la modelación basada en agentes, la cual permite establecer reglas de interacción local entre agentes y estudiar las propiedades globales que emergen de la interacción. Además, es posible definir que los agentes interaccionen con su medio y viceversa. La propiedad que se estudia es la emergencia de una tendencia de una opinión global.

El capítulo se conforma de tres apartados. Primero la definición del modelo, en que se describe cuales son las variables que intervienen en la propuesta de modelo y cómo interaccionan entre sí. Después, con base en los resultados de la encuesta a los habitantes de Tula-Atotonilco-Apaxco se calibraron las variables del modelo, es decir se ajustaron las variables a los valores que se observaron en el

campo. Por último, se presentan los resultados de la simulación del modelo y se discuten los mismos.

### 7.1 Definición del modelo basado en agentes “*stakeholders*”

Los habitantes vecinos a las plantas de cemento reciben directamente las externalidades negativas de la actividad de las empresas, en particular, la contaminación ya sea por ruido, polvo o emisiones a la atmósfera. Dichas externalidades podrían contribuir a que los vecinos de las plantas tuvieran una opinión negativa de las actividades de las empresas. Por otra parte, las empresas además de la generación de empleos directos e indirectos, instrumentan programas dirigidos a las comunidades. En el modelo se busca estudiar cómo influyen estos aspectos en la formación de opinión de los habitantes cercanos a las empresas cementeras.

#### *Objetivo general del modelo*

Analizar las variables que influyen en la formación de opinión de los habitantes vecinos a las plantas de cemento sobre las empresas cementeras.

#### *Objetivos particulares*

1. Analizar la influencia de la generación de empleos y de los programas comunitarios de las empresas cementeras en la formación de opinión de los habitantes vecinos a sus plantas de cemento.
2. Analizar la influencia de la opinión de los contactos cercanos en la formación de opinión sobre las empresas cementeras de los habitantes vecinos a las plantas de cemento.

3. Analizar la influencia de la incidencia de enfermedades atribuibles a la contaminación de la localidad en la formación de opinión de los habitantes vecinos a las plantas de cemento sobre las empresas cementeras.

#### *Pregunta principal del modelo*

¿Cuáles son los principales factores que influyen en la formación de opinión de los habitantes vecinos a las plantas de cemento?

#### *Hipótesis del modelo*

El modelo supone que un vecino  $i$  tiene una opinión inicial, y que éste interactúa con sus vecinos de red compartiendo su opinión. La opinión se ve influenciada por los beneficios provenientes de las empresas, empleo generado y programas comunitarios que tienen un efecto positivo en la formación de opinión. El tercer elemento del modelo son los impactos negativos, en particular, las enfermedades asociadas a la contaminación generada por las empresas cementeras.

### 7.2 Especificación y calibración de las variables del modelo

Los parámetros del modelo, es decir, aquellas variables que podemos manipular para estudiar sus efectos en el sistema son la red social del vecino  $i$ , misma que se supone aleatoria, así como, la tasa de los beneficios provenientes de las empresas cementeras y la probabilidad de incidencia de enfermedades relacionadas con la contaminación generada por las cementeras. En lo referente a las variables que dan cuenta del estado general del sistema (de la propiedad emergente a observar) se está considerando el recuento del número de vecinos con opinión positiva y negativa, en ambos casos sobre el total de vecinos. (Ver tabla 7.1 y figura 7.1).

$\theta_i$ , opinión de la persona  $i$

La variable presenta dos estados de orden: opinión positiva y opinión negativa. También presenta dos momentos, el primero corresponde a las condiciones iniciales en el que arbitrariamente se asigna un valor al número de descontentos (opinión negativa) y por diferencia se tiene el número de agentes con opinión positiva. El segundo, es la opinión al tiempo  $t$ , que puede estabilizarse después de transcurridos cierto número de interacciones. Es decir, después de haber corrido la simulación del modelo.

**Tabla 7. 1**  
**Elementos del modelo de *stakeholders***

Agentes	$i$ , vecinos a las plantas de cemento					
Parámetros	$N_i$ , vecinos de $i$	$\beta$ , beneficios provenientes de las empresas cementeras	$\delta$ , incidencia de enfermedades	$w_i$ , pesos para la opinión de vecinos, beneficios recibidos y la incidencia de enfermedades	$r_i$ , factor distancia para opinión y beneficios	$\mu$ , inercia
Variables de estado	$F$ , porcentaje de vecinos con opinión positiva		$R$ , porcentaje de vecinos con opinión negativa		$I$ , porcentaje de vecinos indiferentes	

Fuente: elaboración propia.

$\mu$ , *inercia*

La inercia es un supuesto que se maneja en el modelo e hipotéticamente consiste en que las personas tienen cierta propensión a mantener su opinión inicial:

$$0 \leq \mu \leq 1$$

$N_i$ , vecinos con una distribución de grado  $P(k)$

Para el modelo se utiliza una red aleatoria de vecinos cercanos de grado  $k$ .

**Figura 7.1**  
**Especificación del modelo y variables**

---

*Formación de opinión = f(red de vecinos, beneficios y enfermedades)*

$$\theta_i^{t+1} = \frac{1}{N_i + 1} [\mu \theta_i^t] + \frac{w_\theta(r_1)}{N_i + 1} \sum_j^{N_i} \theta_j^t + \frac{w_\beta(r_2)}{N_i + 1} \left[ \left( \sum_j^{N_i} \beta_j^t \right) + \beta_i^t \right] + \frac{w_\delta(r_3)}{N_i + 1} \left[ \left( \sum_j^{N_i} \delta_j^t \right) + \delta_i^t \right]$$

Donde:

$\theta_i$  = opinión de la persona  $i$

$\mu$  = inercia

$N_i$  = vecinos con una distribución de grado  $P(k)$ ; red de aleatoria de vecinos cercanos

$\theta_j$  = opinión de vecinos (contactos cercanos)

$\beta$  = beneficios provenientes de las empresas cementeras; variable estocástica gaussiana

$\delta$  = incidencia de enfermedades relacionadas con la generación de compuestos orgánicos persistentes; variable estocástica gaussiana

$w_\theta$  = ponderación de la influencia de los vecinos

$w_\beta$  = probabilidad conjunta de beneficios

$w_\delta$  = probabilidad de enfermarse

$r_1$  = factor distancia de la variable,  $\theta_i$

$r_2$  = factor distancia de la variable,  $\beta$

$r_3$  = factor distancia de la variable,  $\delta$

---

Fuente: elaboración propia.

$\theta_j$ , *opinión de vecinos de red (contactos cercanos)*

Es la opinión del vecino  $j$ .

$\beta$ , *beneficios provenientes de las empresas cementeras (programas comunitarios y/o empleo de familiares en cementeras y actividades relacionadas)*

En el modelo la variable  $\beta$  actuará como una variable de control, es decir, exógena. Representa la proporción de las personas beneficiadas directamente por

los programas comunitarios y por el empleo de las empresas cementeras. A juicio se podrán asignar diferentes tasas, pero resulta conveniente revisar algunos de los resultados obtenidos a través de la encuesta y que están relacionados con la  $\beta$  del modelo.

Un comentario recurrente por parte de los encuestados -en particular, en Atotonilco y Apaxco- fue que las empresas cementeras no contratan a gente de la localidad, de hecho sólo dos de los encuestados dijeron trabajar en alguna de estas empresas. Sin embargo, la proporción de personas que tenían algún familiar trabajando en empresas cementeras o relacionadas a éstas (caleras, concreteras, etc.) ascendió al 27.9%. Por otra parte, en sólo el 10.4% de los hogares encuestados se manifestó recibir beneficios de programas comunitarios patrocinados por las empresas cementeras. A partir de las probabilidades de los eventos *familiares que trabajen en cementeras o relacionadas* y *familias beneficiadas por programas*, se pueden calcular las probabilidades conjuntas. De modo que aunque sea arbitrario asignar una tasa a  $\beta$  se puede tener idea de qué escenario se está manejando (cuadro 7.1).

**Cuadro 7.1**  
**Probabilidades para  $\beta$ , según los resultados de la encuesta**

		Tiene familiares que trabajen en la industria cementera o actividades relacionadas		Total
		No	Sí	
Familia beneficiada por programas cementeras	No	0.65	0.25	0.896
	Sí	0.08	0.03	0.104
Total		0.721	0.279	1

Fuente: elaboración propia con base en la encuesta a las familias vecinas a las plantas de cemento en Tula, Atotonilco y Apaxco, julio 2012.

Nota: los valores que puede adquirir  $\beta$ , corresponden a la respuesta afirmativa en una o ambas preguntas.

*$\delta$ , incidencia de enfermedades relacionadas con la generación de compuestos orgánicos persistentes*

La incidencia de enfermedades,  $\delta$ , también es una variable de control. Resulta complicado distinguir puntualmente la asociación entre contaminante por industria y enfermedades, si bien, hay enfermedades muy características –enfermedades del trabajo. Aunado a esto, las enfermedades asociadas a los compuestos orgánicos persistentes (COP) suelen ser multifactoriales –por ejemplo, la diabetes depende también del estilo de vida, alimentación y carga genética-. Para efectos de plantear diversos escenarios, se presentan las tasas a nivel nacional y estatal de un grupo de enfermedades relacionadas con los COP. (Cuadro 7.2).

*$w_{\theta}$ , ponderación de la influencia de los vecinos*

Representa la influencia de terceros en la formación de opinión del agente  $i$ . Para el modelo se consideran tres agentes, se incorpora artificialmente a los medios de comunicación, asumiendo que éstos tienen una menor influencia en la red del vecino  $i$  (en los resultados de la encuesta recibió menos frecuencias), después están las amistades-vecinos (que obtuvieron mayor frecuencia de respuesta) y los familiares (que aunque recibieron menos frecuencias que las amistades y vecinos, se supone que pesan más en la opinión del vecino  $i$ . Mediante la escala de 0 a 1 se representan a estos agentes, según su cercanía con  $i$ . De modo que cero es ninguna influencia, 0.33 son medios de comunicación, 0.67 para amistades-vecinos y uno corresponde a familiares.

Para calibrar este parámetro se utilizó el ítem “*con quién comparte su opinión*”, (refiriéndose a que las enfermedades reportadas en la encuesta que están relacionadas con la contaminación), adecuándose las respuestas a la escala mencionada. La media y desviación estándar de  $\Theta_j$  es 0.459 y 0.413 respectivamente, y se asume que es una variable estocástica gaussiana (gráfica 7.1).

**Cuadro 7.2**  
**Incidencia de enfermedades\* relacionadas\*\* con los COP**

Nacional			
	Población total 112 336 538		
	Casos		p
(1) Infecciones respiratorias agudas	28 366 695		0.253
(7) Hipertensión arterial	539 078		0.005
(10) Diabetes mellitus no insulínica (Tipo II)	420 032		0.004
(11) Asma y estado asmático	330 996		0.003
Hidalgo			
	Población 2 665 018		
	Casos		p
(1) Infecciones respiratorias agudas	895 051		0.336
(10) Hipertensión arterial	8 061		0.003
(11) Diabetes mellitus no insulínica (Tipo II)	7 129		0.003
(12) Asma y estado asmático	6 650		0.002
México			
	Población 15 175 862		
	Casos		p
(1) Infecciones respiratorias agudas	3 246 356		0.214
(5) Hipertensión arterial	61 579		0.004
(6) Diabetes mellitus no insulínica (Tipo II)	57 654		0.004
(14) Asma y estado asmático	17 423		0.001

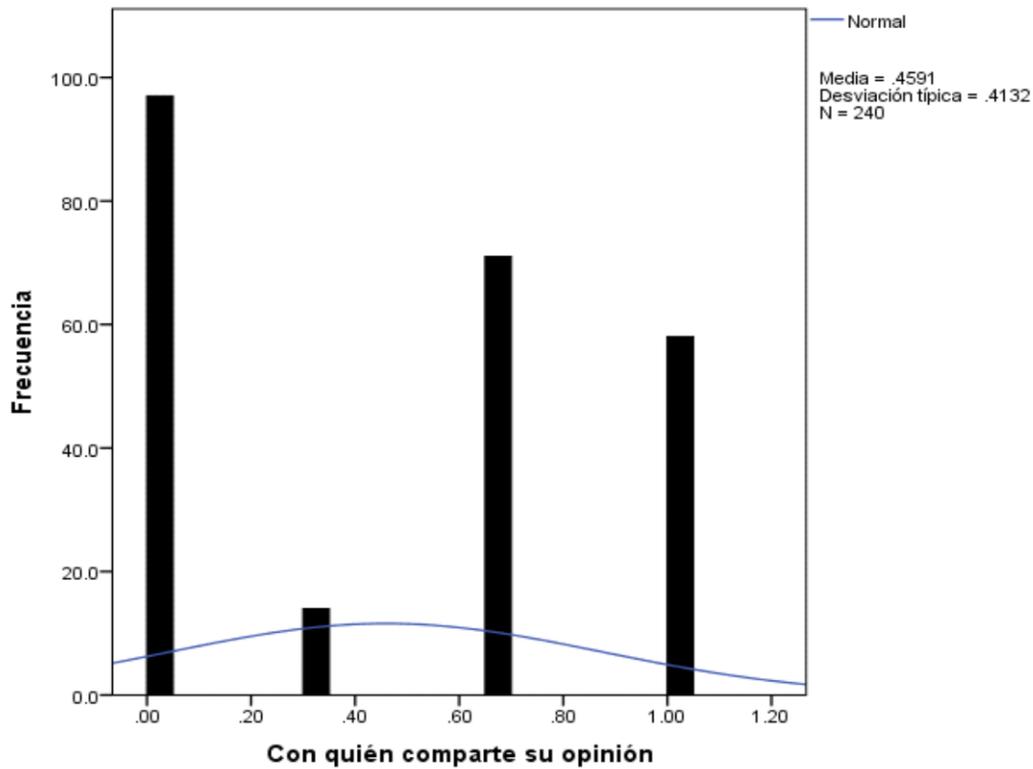
Fuente: elaborado con base en CONAVECE-Epidemiología, 2012, *Anuarios de morbilidad 2010*, <http://www.dgepi.salud.gob.mx/anuario/html/anuarios.html>, (27 septiembre 2012) e INEGI, 2012a, *México en cifras. Información nacional, por entidad federativa y municipios*, <http://www.inegi.org.mx/sistemas/mexicocifras/default.aspx>, (27 septiembre 2012).

Notas:

(\*)Cifras al año 2010

(p) Probabilidad

**Gráfica 7.1**  
**¿Con quien comparte su opinión?**



Fuente: elaboración propia con base en la encuesta a las familias vecinas a las plantas de cemento en Tula, Atotonilco y Apaxco, julio 2012.

$w_{\beta}$ , ponderación de los beneficios provenientes de la industria del cemento

Dado que fue mayor la proporción de personas que tenían algún familiar trabajando en empresas cementeras o actividades relacionadas que aquellas que dijeron trabajar en una empresa cementera, se seleccionó el ítem “*benéfica por las actividades relacionadas a ella* [la industria cementera]” como la variable que represente la ponderación de los beneficios provenientes de la industria del cemento,  $w_{\beta}$ .

En el ítem que antecede a la variable, al igual que en otros ítems, las respuestas fueron planteadas con base en una escala Likert. Para efectos de la tabulación se les asignó un orden ascendente, sin embargo, para esta parte del análisis se

asignó valores a la escala de modo que las respuestas en desacuerdo tomaran valores negativos, las respuestas en acuerdo asumieran valores positivos y la respuesta no sé se puntuará con cero:

Totalmente en desacuerdo = -2	En desacuerdo = -1	No sé = 0	De acuerdo = 1	Totalmente de acuerdo = 2
----------------------------------	-----------------------	--------------	-------------------	------------------------------

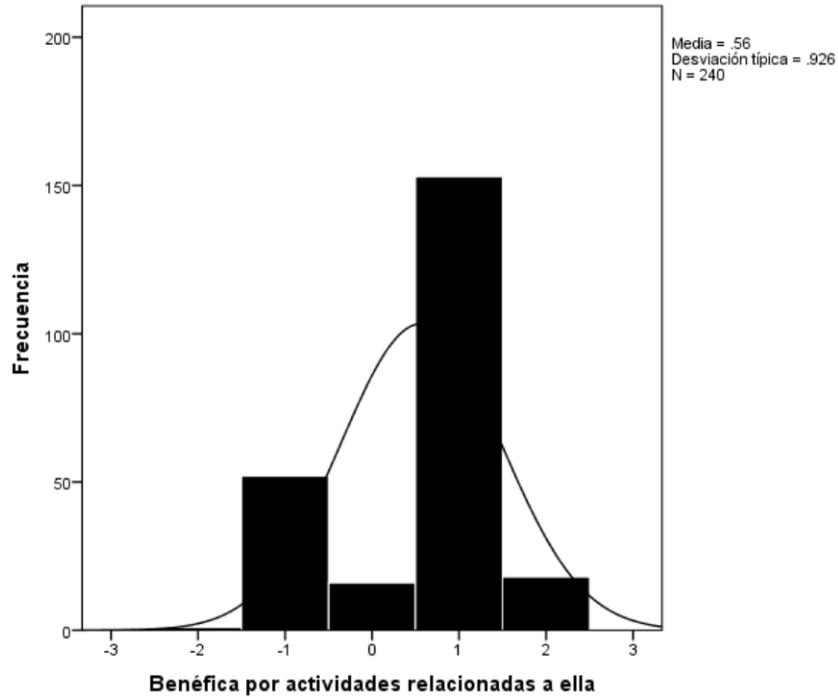
Por otra parte, a pesar de que el histograma de la  $w_\beta$  muestra que su distribución es sesgada (gráfica 7.2), en el modelo se asume que se comporta como una variable estocástica gaussiana. La media y desviación estándar de  $w_\beta$  son 0.56 y 0.926, respectivamente.

*w<sub>δ</sub>, ponderación de la relación enfermedades-contaminación de la industria cementera*

En el desarrollo del cuestionario en tres ocasiones se pregunta al encuestado si cree que exista relación entre las enfermedades [que menciona el cuestionario] y las actividades de la industria cementera. Dos de éstas tienen respuestas dicotómicas y la tercera está en escala Likert. Esta última corresponde al ítem “[la industria del cemento es] *responsable de la enfermedad de algún familiar*” y es la que se emplea para representar la relación enfermedades-contaminación industria cementera,  $w_\delta$ .

Para la elección también se cuidó que  $w_{3i}$  fuera independiente de  $w_\beta$ , para estudiar la asociación entre  $w_\beta$  y  $w_\delta$  en primer lugar se observaron las frecuencias que obtuvieron ambos ítems mediante una tabla de contingencia. De haber asociación, las observaciones se concentrarían en algunas respuestas. Como se aprecia en la cuadro 7.3 parece haber cierta concentración de observaciones en algunas respuestas, por ello se graficó la dispersión de éstas. En la gráfica 7.3 se observan concentraciones entre las respuestas sin distinguirse un patrón específico.

**Gráfica 7.2**  
**Sobre los beneficios relacionados con la industria del cemento**



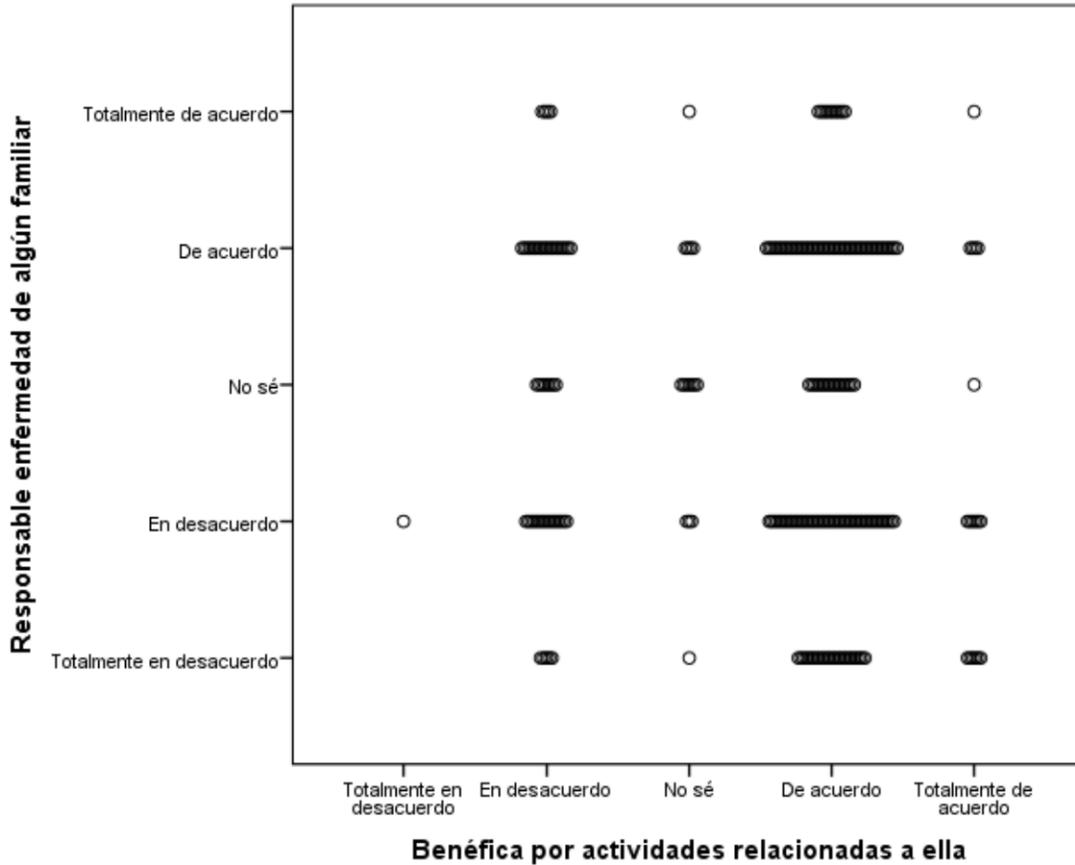
Fuente: elaboración propia con base en la encuesta a las familias vecinas a las plantas de cemento en Tula, Atotonilco y Apaxco, julio 2012.

**Cuadro 7.3**  
**Tabla de contingencia**

		Benéfica por las actividades relacionadas a ella					Total
		Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	No sé	De acuerdo	Totalmente de acuerdo	
Responsable de la enfermedad de algún familiar	Totalmente en desacuerdo	0	5	1	26	6	38
	En desacuerdo	1	16	3	48	6	74
	No sé	0	8	7	18	1	34
	De acuerdo	0	19	4	50	4	77
	Totalmente de acuerdo	0	4	1	11	1	17
Total		1	52	16	153	18	240

Fuente: elaboración propia con base en la encuesta a las familias vecinas a las plantas de cemento en Tula, Atotonilco y Apaxco, julio 2012.

**Gráfica 7.3**  
**Diagrama de dispersión**

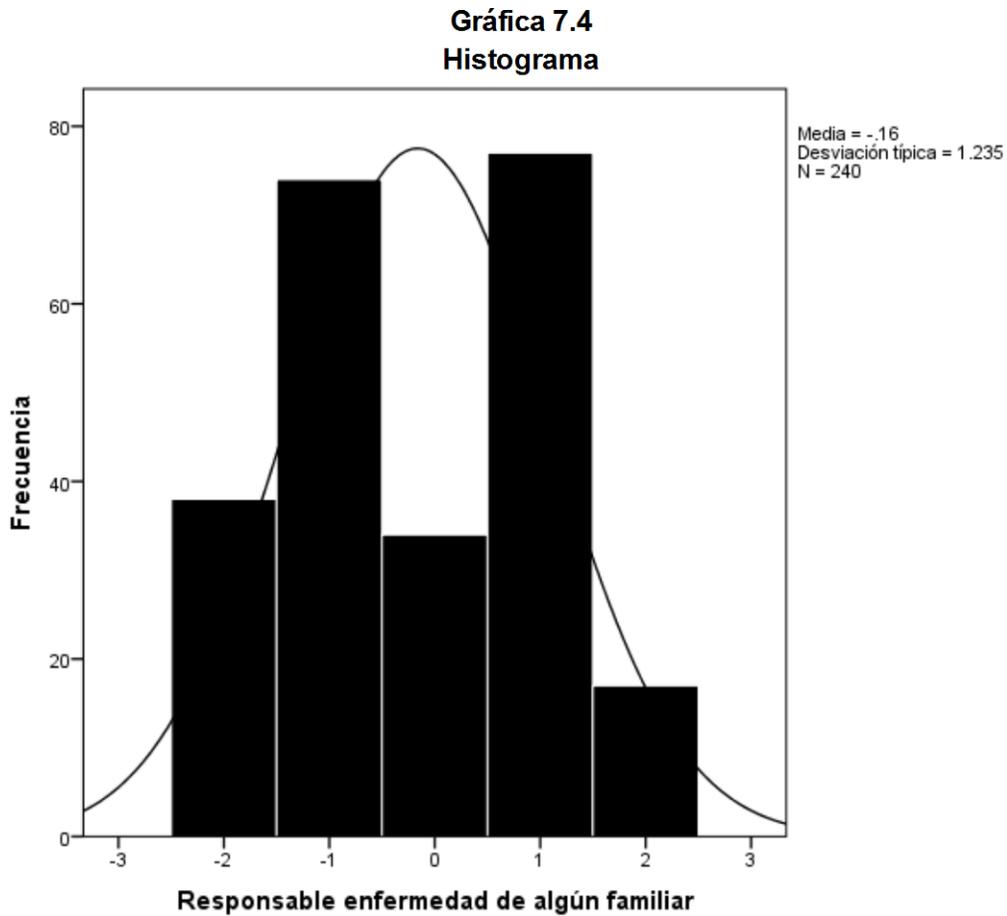


Fuente: elaboración propia con base en la encuesta a las familias vecinas a las plantas de cemento en Tula, Atotonilco y Apaxco, julio 2012.

Para medir la asociación entre las variables  $w_\beta$  y  $w_\delta$  se utilizó el *Rho de Spearman*, en primer lugar, debido a que las variables son ordinales y en segundo, porque aún asumiendo que la escala numérica que se le asignó a las respuestas permita manejar las variables como cuantitativas, dicha escala es discreta. El coeficiente de correlación fue de -0.120; sin embargo, no es significativa (0.063). Por tanto, para efectos del modelo se asume que las variables  $w_\beta$  y  $w_\delta$  son independientes entre sí.

Por último, la distribución de frecuencias del ítem “[la industria del cemento es] responsable de la enfermedad de algún familiar” presenta dos respuestas con frecuencias altas (gráfica 7.4). Al igual que en el caso de  $w_\beta$  se asume que  $w_\delta$  es

una variable estocástica gaussiana. La media es de -0.16 y la desviación estándar de 1.235.



Fuente: elaboración propia con base en la encuesta a las familias vecinas a las plantas de cemento en Tula, Atotonilco y Apaxco, julio 2012.

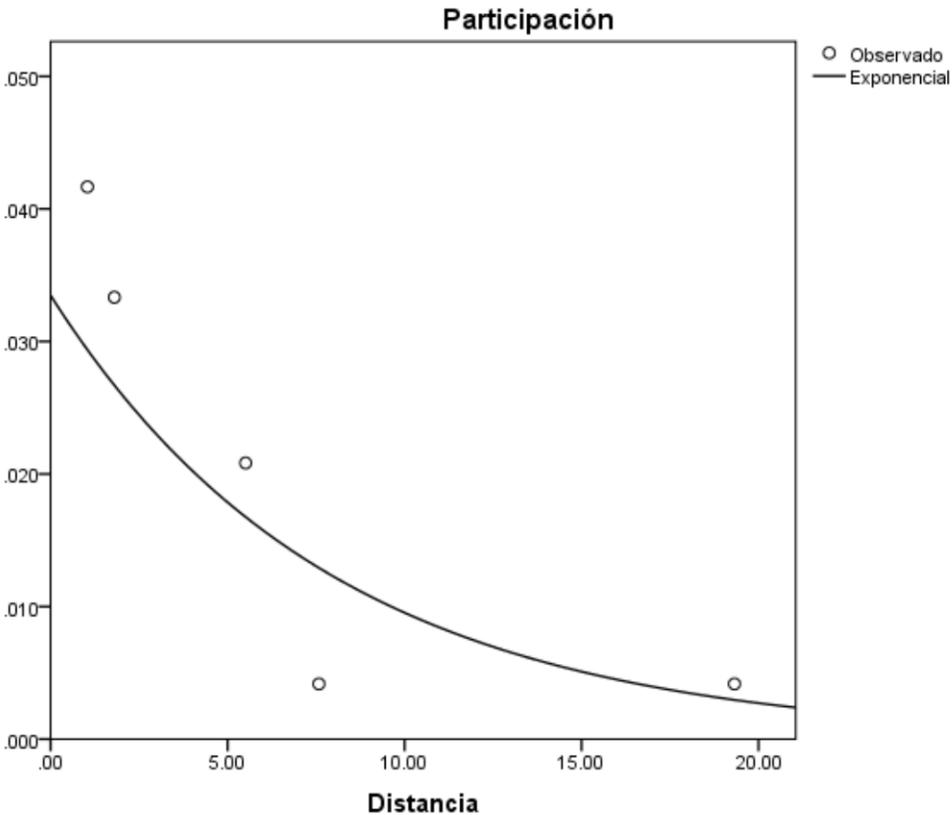
$r_1$ , factor distancia de la variable  $\theta_i$

Los municipios de la zona de estudio de la investigación son vecinos y están relativamente cercanos (20 km. de distancia entre el centro de Tula y el centro de Apaxco); sin embargo, durante el levantamiento de la encuesta se observó que la percepción de los habitantes de esta zona es otra. Por ejemplo, dentro de Tula algunos entrevistados consideraron que San Miguel Vindho estaba lejos, (localidad de Tula donde se encuentra Cruz Azul), cuanto más Apaxco. Esto

mismo se observó en lo referente a la participación en movimientos de protesta relacionados con el caso Ecoltec.

Por ello, para calibrar el factor distancia de la variable  $\Theta_i$  se consideraron las observaciones registradas para el ítem “participación en algún movimiento”, aproximando la distancia entre la ubicación de Holcim (en Apaxco) y la zona de registro de la respuesta. La estimación fue mediante una regresión exponencial (gráfica 7.5), debido a que las observaciones decaen conforme se alejan del origen, obteniéndose los valores de 0.033 para la constante y -0.126 para la pendiente.

**Gráfica 7.5**  
**Estimación del factor distancia de la variable  $\vartheta_i$**



Fuente: elaboración propia con base en la encuesta a las familias vecinas a las plantas de cemento en Tula, Atotonilco y Apaxco, julio 2012.

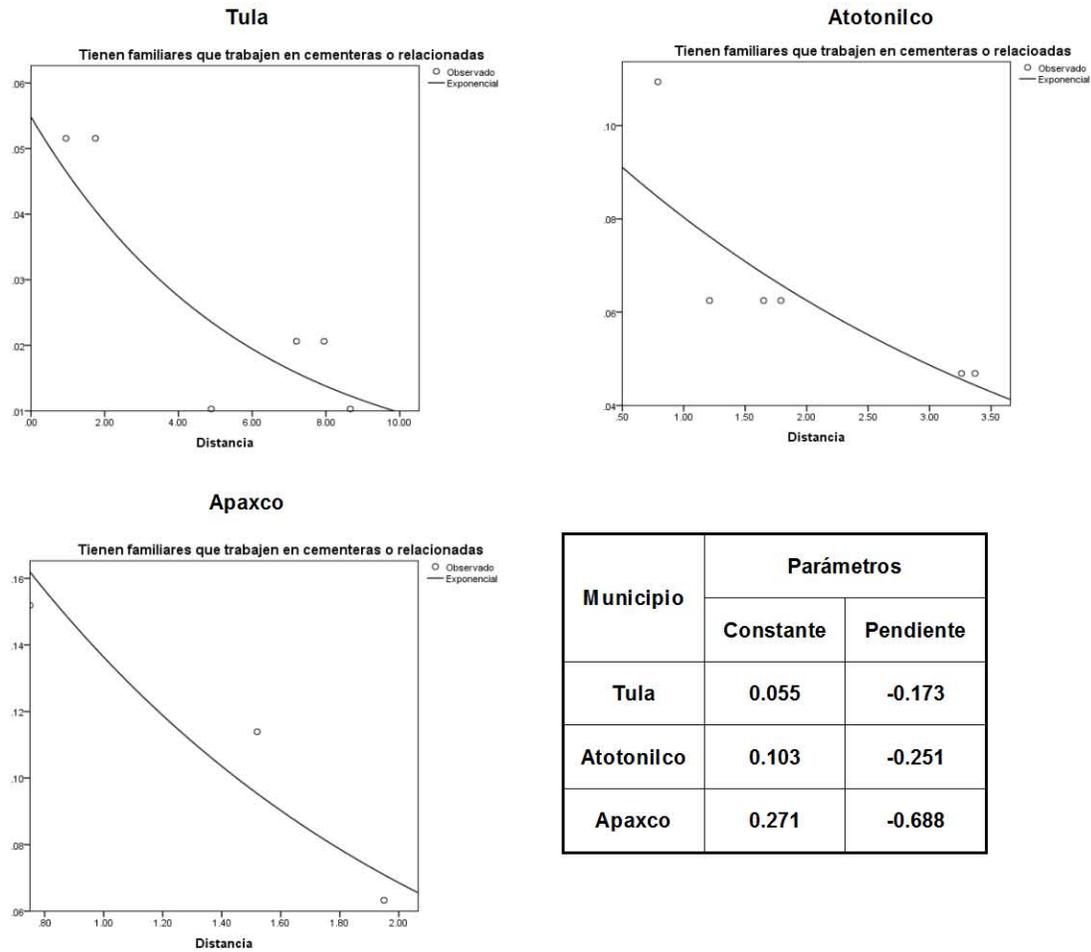
*r<sub>2</sub>, factor distancia de la variable  $\beta$*

Este factor se estimó para cada uno de los municipios teniendo como referencia la distancia entre las plantas de cemento y las zonas de levantamiento de la encuesta donde se encontraron entrevistados que tenían familiares que trabajaran en cementeras o relacionadas. La estimación de parámetros fue mediante una regresión exponencial porque también se observa que decaen las observaciones conforme crece la distancia con las plantas de cemento (origen). Al observar los parámetros se puede presumir que en Apaxco hay una mayor dependencia con respecto a las actividades relacionadas con la industria del cemento en tanto que en Tula es menor la influencia (figura 7.2).

*r<sub>3</sub>, factor distancia de la variable,  $\delta$*

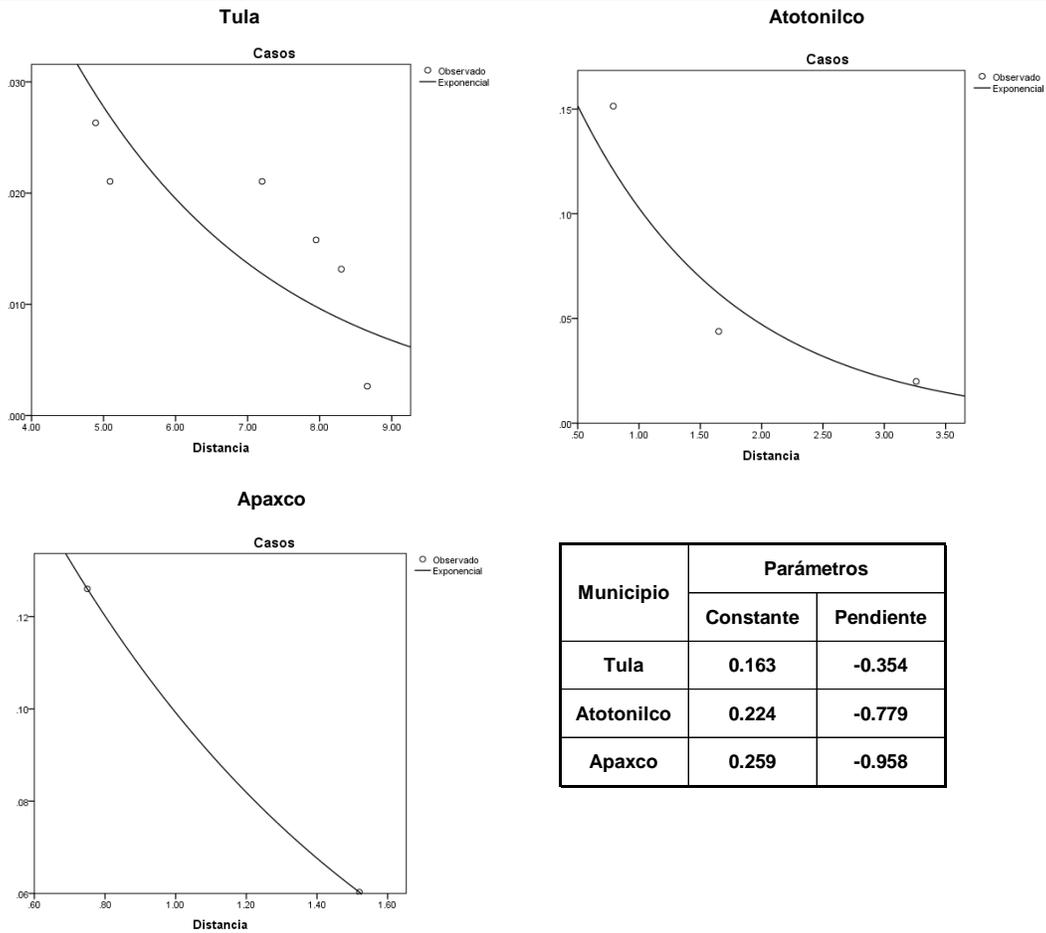
Para estimar los valores de esta variable para cada uno de los municipios, sólo se consideraron los casos reportados en las enfermedades respiratorias, cardíacas y diabetes. Cabe mencionar que en Tula se presenta una situación especial, cuando se grafican los casos por zonas se aprecia en un primer momento que la presencia de enfermedades disminuye conforme hay más distancia con respecto a la planta de cemento, pero en un segundo momento, aumenta la presencia de enfermedades conforme se acerca al centro de Tula y a la salida a la refinería (Jorobas). Situación que da como resultado, la apariencia de que las enfermedades aumentan conforme crece la distancia con la planta de cemento. Por ello, se decidió omitir los casos registrados en la zona de Jorobas con el fin de eliminar los probables efectos en la salud por la contaminación generada por refinería (inclusive, tres encuestados manifestaron trabajar en esa industria). Los parámetros obtenidos se aprecian en la figura 7.3.

**Figura 7.2**  
**Estimación del factor distancia de la variable  $\beta$**



Fuente: elaboración propia con base en la encuesta a las familias vecinas a las plantas de cemento en Tula, Atotonilco y Apaxco, julio 2012.

**Figura 7.3**  
**Estimación del factor distancia de la variable  $\delta$**



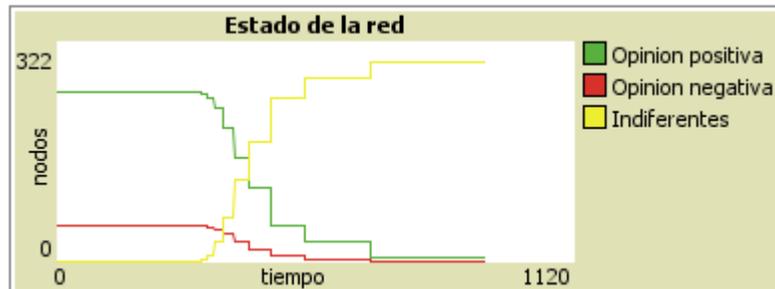
Fuente: elaboración propia con base en la encuesta a las familias vecinas a las plantas de cemento en Tula, Atotonilco y Apaxco, julio 2012.

Considerando la pendiente como la sensibilidad, se observa una mayor sensibilidad entre distancia y casos para Apaxco, seguido de Atotonilco, lo cual se explica porque la población se encuentra menos dispersa y además se encuentran más cercanos a las plantas de cemento que en el caso de Tula.

### 7.3 Resultados de la simulación del modelo

En primer lugar se analizan los resultados de la simulación del modelo, partiendo del supuesto de que no existen ni beneficios ni perjuicios, es decir, que no hay impactos derivados de la industria del cemento. Considerando un escenario en el que predomina una opinión positiva sobre las empresas y algunos inconformes, es decir, con opinión negativa, lo que se observa es que al inicio de la simulación se mantiene el número de personas iniciales con opinión positiva o negativa. Sin embargo, conforme transcurre el tiempo hay un cambio de fase, es decir, un cambio en la tendencia de la opinión dejando ésta su estado inicial y dando lugar al surgimiento de una opinión de indiferencia con respecto a las empresas. Es decir, este escenario sugiere que la ausencia de algún beneficio o perjuicio por parte de las empresas hace que la opinión que inicialmente tenga algún vecino sobre las plantas deje de ser relevante para él. (Figura 7.4).

**Figura 7.4**  
**Resultados, variables en cero**

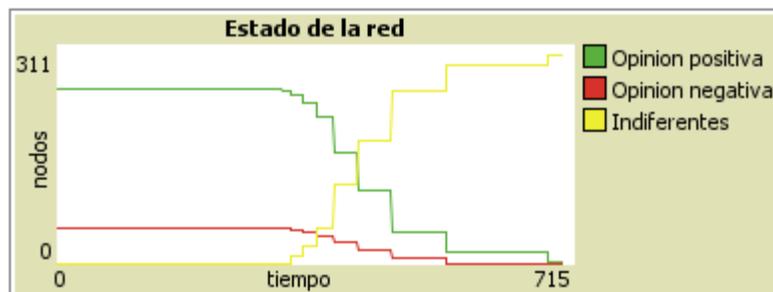


Fuente: elaboración propia.

La segunda etapa, fue introducir una tasa de beneficio y la probabilidad de incidencia de enfermedades, como impactos positivo y negativo, ambos derivados de las actividades de las cementeras. En este caso, también se partió de suponer un cierto número de opiniones a favor y en contra de los impactos de las actividades de las cementeras. Lo que se observó fue que las opiniones iniciales

se mantuvieron constantes al principio de la simulación y que después de un tiempo, éstas cayeron dando lugar a la opinión de indiferencia. Lo anterior sugiere que, ya sea para que se mantenga la opinión inicial, o haya un cambio de tendencia en algún sentido, positivo o negativo, debe existir un elemento adicional a la simple presencia de efectos negativos o positivos. (Figura 7.5).

**Figura 7.5**  
**Resultados, variables beneficios y perjuicios *sin ponderar***



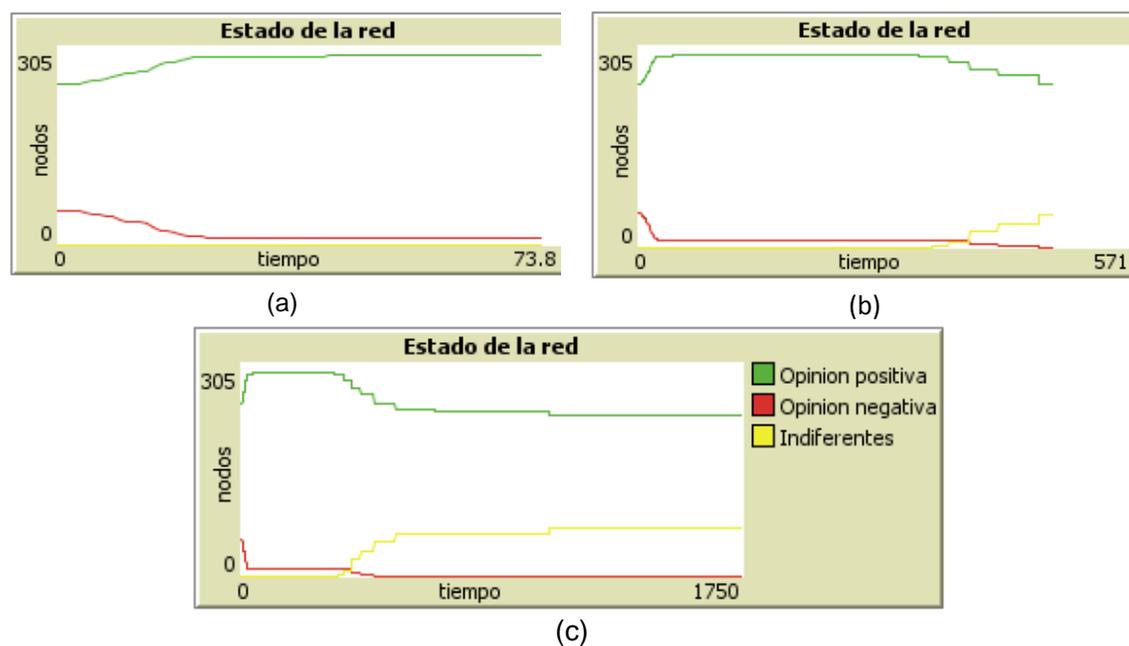
Fuente: elaboración propia.

La última etapa en la construcción de escenarios consistió en introducir el interés personal, representado éste por la ponderación a la tasa de beneficio y a la probabilidad de enfermedades. El primer caso consistió en ponderar a la tasa de beneficio, observándose la ocurrencia de tres fases. En la primera, se observa un aumento en el número de opiniones positivas en detrimento de las negativas. Después de un tiempo ocurre que el número de opiniones positivas decae surgiendo la opinión de indiferencia, en tanto, que el número de opiniones negativas continúa descendiendo. Por último, se estabiliza el sistema. Las opiniones negativas decayeron en su totalidad, mientras que las opiniones positivas decaen hasta aproximarse a su número inicial e inclusive por debajo de éste, y las opiniones de indiferencia crecen en número estabilizándose por encima del valor inicial de las opiniones negativas. (Figura 7.6).

Lo anterior sugiere, en primer término que el interés personal, esto es, la ponderación a la tasa de beneficio, es un elemento necesario en la formación de opinión. En segundo término, que dada la interacción entre vecinos de red, la

opinión negativa que se tenía sobre las empresas puede modificarse en positiva; lo cual apunta a que el interés personal transmuta en interés colectivo. Es decir, la opinión sobre las empresas mejora si los familiares, amistades o vecinos son beneficiarios de ellas, a pesar de que inicialmente se tenga una opinión negativa. Sin embargo, dicho cambio de opinión no es estable, al transcurrir el tiempo decae la opinión positiva en indiferencia. Lo que indica que el interés colectivo no se mantiene, si bien, en las simulaciones no retorna la opinión negativa.

**Figura 7.6**  
**Resultados, variable beneficio ponderada**



Fuente: elaboración propia.

El segundo caso consistió en introducir el interés personal asociado con la probabilidad de incidencia de enfermedades, es decir, ponderar dicha probabilidad. Lo cual representaría que no sólo está presente la probabilidad de enfermarse sino que eso tiene un significado para el vecino  $i$ , le afecta de algún modo. Lo que se observa en los resultados de la simulación es un cambio de fase, en el cual decaen las opiniones positivas y se suman a las negativas, estabilizándose el sistema. Lo que sugiere que es estable la transmutación del

interés individual en colectivo, para este caso. También se observa que en ningún momento surge la opinión de indiferencia. (Figura 7.7).

**Figura 7.7**  
**Resultados, variable perjuicio *ponderada***



Fuente: elaboración propia.

¿Qué implican los resultados de las simulaciones? En primer lugar, no era obvio que el interés, la ponderación, fuera el elemento central en la formación de opinión. De hecho, esa variable se introdujo durante la etapa del desarrollo del modelo.

En segundo lugar, la variable interés remonta al debate teórico entre Freeman (2004) y Donaldson y Preston (1995) sobre quién es un *stakeholder* ¿cualquiera que puede ser afectado –en sentido positivo o negativo- por la consecución de los objetivos de la empresa o aquél que tiene un interés legítimo? Los resultados apoyan la postura de Donaldson y Preston (1995), un *stakeholder* tiene un interés legítimo, en el modelo representado por la ponderación a los impactos. Por otra parte, es relevante la opinión que los *stakeholders* tienen sobre las empresas, ya que dicha opinión se refleja en la reputación de las empresa, que se recordará es otro de los mecanismos que inciden en la estabilidad de una norma, para el caso de las cementeras, es un elemento que las *estimularía* a mejorar su desempeño ambiental y social, aunque aquí cabría introducir qué *poder* tienen los diversos grupos de interés para influir en la reputación de las empresas o bien, para modificar directamente la conducta de éstas.

En tercer lugar, estos resultados que podrían parecer *lógicos*, permiten ir modificando la complejidad del modelo. En este trabajo se utilizó una red aleatoria; sin embargo, en futuros ejercicios cabe cambiar el tipo de red, así como la densidad y grado nodal de la misma y observar que resultados arrojan las simulaciones. Al respecto, en la encuesta se observó que conforme se alejaban de Apaxco (para el caso Ecoltec) o de las plantas cementeras (para los impactos en general) decaían las opiniones negativas o se ignoraba lo que sucedía al respecto, lo cual sugiere, de acuerdo con los resultados de las simulaciones, que las redes sociales de los habitantes de dichas comunidades no son de mundo pequeño (relaciones con sus vecinos próximos y con otras de largo alcance) o bien que el grado nodal es bajo, lo cual hace que sea una red no conexas por lo que no habría la misma dispersión de la información que en una red conexas. También se podría explorar qué sucede con combinaciones de impactos ponderados, esto es, que existan tanto beneficios como perjuicios en la simulación, con sus ponderaciones respectivas.

Por último, los resultados sugieren que el interés personal transmuta en interés colectivo, es decir, en la medida que los beneficios o perjuicios inciden en el vecino *i* o en algún vecino cercano a él, modifican su opinión sobre las empresas. A este respecto, cabría en futuros trabajos indagar sobre qué variables mantiene estable el interés colectivo para el caso de la opinión positiva, es decir, qué evita que decaiga. Asimismo, diseñar un nuevo modelo que explore procesos de cooperación, en particular aquellos relacionados con la formación de movimientos sociales y sobre la modificación en el comportamiento de las empresas al interactuar con *stakeholders* y con otras empresas con diferentes niveles de desempeño social y ambiental.

Todo lo anterior con la finalidad de profundizar en la comprensión de los procesos de formación de opinión y de cooperación que contribuyen a la estabilidad de las normas, es decir, a que los procesos de desarrollo sustentable o bien las estrategias con enfoque sustentable sean lo esperado en el comportamiento de la empresa.

## Discusión

---

Esta es una reflexión sobre las preguntas de investigación así como el marco teórico y los hechos que se encontraron a largo del desarrollo de la investigación.

### *Sustentabilidad de la industria del cemento*

En primer término, sobre la sustentabilidad. En la revisión de la literatura se observa una transición del concepto de sustentabilidad al referirse al mismo como algo vago y ambiguo (Mebratu, 1998; Pintér *et al.*, 2012; Moldan *et al.*, 2012) a un concepto con un enfoque integral (Pintér *et al.*, 2012) definido por un conjunto de criterios que abarcan aspectos tanto cualitativos como cuantitativos (Moldan *et al.*, 2012), hecho que no está exento de la crítica de que, en particular, las empresas adoptan los criterios que les son convenientes (Pintér *et al.*, 2012).

También se advirtió que los autores se refieren a la sustentabilidad como un concepto de múltiples perspectivas, las cuales señala Mebratu (1998) que son la institucional, la ideológica y la académica. O bien, que comprende diferentes niveles de interacción: escala geográfica, ciclo de vida del producto, organizacional y temporal (Cowell *et al.*, 1999). Lo anterior hace denotar parte de la complejidad del concepto.

Al respecto, en la administración sobresalen las aportaciones de Hart (1995) que hacen referencia a la sustentabilidad como la incorporación de una visión de la empresa basada en los recursos naturales, la cual transita por tres etapas básicas: la prevención de la contaminación, la administración de los productos y el desarrollo sustentable. En la última etapa se destaca la relación de la empresa con los grupos de interés en la construcción de una visión compartida. Lo cual lleva al segundo aspecto que denota la complejidad del concepto de sustentabilidad: el número de participantes y las relaciones que se establecen entre ellos a través del tiempo. Sólo en trabajos recientes se encontró esta perspectiva de la

sustentabilidad como un fenómeno complejo, en el sentido de los participantes y la dinámica de las interacciones (Jäger *et al.*, 2008; Halog y Manik, 2011; Constanza *et. al*, 2012).

Sin embargo, hubo un aspecto que no se encontró explícitamente en la literatura y es el que concierne a que la sustentabilidad es en esencia un proceso de cooperación, el cual si bien tiene que ver con las interacciones del hombre con la naturaleza, está circunscrito en el ámbito del comportamiento humano, de las acciones de éste, por tanto es un fenómeno social. Sobre la cooperación, las normas son un mecanismo que la incentiva. Axerold (1997) señala diversos elementos que se utilizan en la promoción o apoyo de las normas: las metanormas, el dominio, la internalización, etc. Todo ello encaminado a que una norma sea el modo de actuar que se espera en la sociedad, en este sentido, la adopción de procesos con criterios sustentables es el modo de actuar que se está promoviendo.

Así, entra en escena un punto importante, la relación de la empresa con los grupos de interés, estudio que es abordado por la teoría de las partes interesadas (*stakeholders*). Al respecto, Freeman (2004) señala que un *stakeholder* es cualquier individuo o grupo que es, o puede ser, afectado por la consecución de los objetivos de la empresa o bien que puede afectar a la empresa en el logro de los mismos. Sin embargo, Donaldson y Preston (1995) precisan que un *stakeholder* es aquel que tiene un interés legítimo y que la administración de las relaciones con estos grupos de interés es un tema de administración en el sentido más amplio del término, que permea a toda la organización.

En segundo término, sobre el particular de la sustentabilidad y la industria del cemento, se observó la instrumentación de diversos mecanismos de promoción de las normas. Desde el ámbito institucional, al que hace referencia Mebratu (1998), están diversos organismos internacionales como las Naciones Unidas que promueven la afiliación de los Estados a los diversos acuerdos y protocolos en la materia, mismos que también son considerados por las empresas cementeras, o bien, tienen que sujetarse a ellos cuando son de observancia en los países donde

operan. De estos acuerdos y protocolos se derivan herramientas, como son los registros de emisiones y transferencias de contaminantes que han sido implementados en diferentes naciones y cuyo reporte es obligatorio para las empresas que operan en esos lugares. En específico, este instrumento fue promocionado por la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico.

Otro organismo internacional que está impulsando la adopción de procesos sustentables es el Consejo Mundial de Negocios para el Desarrollo Sustentable, para la industria del cemento ha promovido la creación y afiliación de las empresas a la Iniciativa del Cemento Sustentable y a través de ésta se han establecido protocolos de medición de contaminantes, reporte de emisiones de CO<sub>2</sub>, el establecimiento de metas en común en materia de seguridad laboral y otros tópicos.

Todavía en el plano institucional, pero a nivel nacional, están las políticas instrumentadas por los países. En México, el gobierno promueve el desarrollo sustentable por medio de su legislación y programas (con sesgo hacia las temáticas ambientales). Los que atañen a la industria del cemento son la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente, así como los reglamentos y normas pertinentes, y recientemente la Ley General de Cambio Climático. En México, la legislación que regula los tópicos ambientales tiene la característica de promover la autorregulación en vez de ser coercitiva. Por ello, existen programas como el de industria limpia y GEI México, los cuales son de participación voluntaria. En lo anterior, se rescatan otros mecanismos de promoción de las normas: las leyes, la aprobación social y la reputación.

### *Cambios en la administración de las empresas cementeras*

Además de los mecanismos impulsados por organismos internacionales y las naciones están las estrategias implementadas por las empresas. En este sentido, en las estrategias de las empresas se pudo apreciar el tránsito de etapas que

señala Hart, esto en particular para el caso de Cemex debido a la disponibilidad de reportes, las empresas cementeras han transitado de procesos eco-eficientes a procesos con enfoque de desarrollo sustentable.

Adicional a las etapas de Hart, se aprecia que los procesos instrumentados por las empresas han evolucionado de acciones ambientales aisladas a sistemas integrados que van más allá de la obtención de certificaciones, los cuales involucran a otras empresas, caso de la ecología industrial (de acuerdo con la taxonomía de Glavič y Lukman, 2007) en la cual las empresas cementeras se relacionan con otras industrias, *consumiendo* los desperdicios de éstas, mismos que son utilizados en los hornos de cemento como combustible alternativo.

Resulta evidente el sesgo de las acciones realizadas hacia la esfera ambiental (Constanza *et al.*, 2012) y es pertinente la crítica de Pintér *et al.* (2012), en el sentido de que las empresas adoptan aquello que les conviene, porque estas acciones han repercutido en menores costos para las empresas. Sin embargo, el mayor involucramiento de las empresas cementeras con los grupos de interés, en lo relacionado con la sustentabilidad, se ha reflejado en cambios en su estructura organizacional como lo habían señalado Donaldson y Preston (1995). Este cambio ha sido la inclusión de la sustentabilidad como un área más dentro de las empresas.

Hay dos puntos relevantes que se apreció de la revisión de los informes de sustentabilidad. Los diagramas del reparto entre los grupos de interés del valor económico generado por las empresas, y para el caso particular de Lafarge, los avances del programa de inclusión de trabajadores como poseedores de acciones de la empresa. El primer punto, a pesar de que no lo señalan de este modo las empresas, hace referencia a que la distribución del ingreso inicia desde la empresa. El segundo punto, apoya el planteamiento anterior.

Si bien, se requieren de estudios adicionales para evaluar el impacto que ha tenido el programa de adquisición de acciones en el bienestar de los trabajadores, éste es un signo de cambio en la administración de empresa. Como señala Aktouf

(2009) las empresas requieren de renovar su manera de administrar y cambiar de enfoque, pasar de buscar el beneficio únicamente para un grupo reducido – propietarios y accionistas- y extenderlo hacia sus trabajadores, en reconocimiento de que son parte indispensable del propio éxito de la empresa.

### *Inestabilidad financiera y la sustentabilidad de la industria del cemento*

Se pudo constatar que la inestabilidad financiera repercute en la sustentabilidad económica de las empresas cementeras. En primer término se observó la influencia de los mercados financieros en el aumento del precio de cotización de las acciones de las empresas en los períodos de expansión de los booms bursátiles, siendo más notorio dicho aumento durante la euforia provocada por el crecimiento del mercado inmobiliario de los Estados Unidos. Además, se observó que para las tres empresas aumentó la correlación entre las tendencias del precio de cotización de las acciones durante el boom inmobiliario.

En segundo, se observó que esta euforia y expansión influyó en las decisiones de Cemex. Durante el período referido la empresa desarrolló su estrategia de consolidación en el mercado estadounidense, adquiriendo a las empresas RMC y Rinker mediante deuda con vencimientos de uno a tres años. La primera adquisición ocurrió en la fase de crecimiento del boom lo que contribuyó a que la empresa saliera de los compromisos contraídos.

Sin embargo, la segunda adquisición se presentó en el momento de inflexión del boom lo que se reflejó en los cambios de la relación ingreso-deuda de la empresa presentándose las etapas señaladas por Minsky (1992) en la hipótesis de inestabilidad financiera. Cemex previo a la adquisición de Rinker se hallaba en una posición de cobertura, al concretar la transacción la empresa transitó rápidamente de una posición especulativa a *Ponzi* –caracterizada por la contratación de más deuda y venta de activos fijos para el cumplimiento de los compromisos anteriores- debido al pronto deterioro del mercado inmobiliario estadounidense y

las repercusiones en la economía global, como por la propia estrategia de adquisición –créditos con vencimiento de uno a tres años-.

En los informes financieros de Cemex, la propia empresa advierte que el mercado estadounidense estaba mostrando signos de cambio cuando se estaban realizando las negociaciones de la adquisición de Rinker, y aún así, tomó la decisión de finiquitar la transacción. En este hecho no se puede pasar por inadvertido el señalamiento de Keynes (2012[1936]) sobre que en las decisiones de los empresarios hay un factor de fogosidad, esa impulsividad que motiva la acción, además de la racionalidad.

Ahora bien, tanto Lafarge como Holcim también se vieron afectadas por la caída del mercado inmobiliario y crisis posterior; sin embargo, su posición de endeudamiento era diferente a la de Cemex, por lo que la repercusión a pesar de haber sido fuerte no las puso en el riesgo en que se colocó la mexicana. Las tres empresas instrumentaron medidas para recuperar la tasa de rentabilidad, elemento básico de la sustentabilidad económica. Siendo ésta principalmente la disminución de su personal. Esta pérdida de empleo es el costo de la crisis económica y financiera que repercute en el resto de la sociedad, afectando primero al trabajador y su familia y extendiéndose después a la comunidad a través de los empleos indirectos y por la menor actividad económica en general. De este modo la inestabilidad financiera inhibe la convergencia hacia la sustentabilidad.

Por otra parte, la influencia de los mercados financieros también se podría observar a través de la financiarización de las empresas cementeras. A este respecto, se aprecia este predominio mediante algunos de los rasgos observados por Orhangazi (2008) en su estudio sobre empresas en los Estados Unidos. Las cementeras exhiben su relación con el mercado a través del pago de intereses, dividendos, compra de acciones (señalado más claro por Lafarge en su esquema de reparto del valor económico generado) o recompra de acciones, y operaciones con instrumentos financieros. En general, antes de la crisis no se aprecia que estas operaciones -salvo el pago de intereses- representen una proporción

importante del ingreso. Sin embargo, al estallar la crisis, para el caso de Cemex se observó que las transferencias a los mercados financieros -como resultado de gastos y pérdidas financieras- representaron casi un cuarto de los ingresos que generó la empresa en 2008.

Por otra parte, Orhangazi (2008) observó en su estudio que la desviación de flujos a los mercados financieros era en detrimento de la inversión física, esto no se observó en las cementeras. Lafarge mantuvo su fondo de reinversión en tanto que Cemex desarrolló su estrategia de expansión en el mercado de los Estados Unidos.

Otra forma de advertir la financiarización es lo encontrado por Lazonick y O'Sullivan (2000). Ellos observaron lo que denominaron la estrategia de reducir el tamaño y distribuir, que consiste básicamente en reducir el tamaño de la fuerza laboral con la finalidad de crear mayor valor para el accionista. Al respecto, Cemex, Holcim y Lafarge expandieron tanto sus operaciones como el número de empleados. Fue por consecuencia de la crisis financiera y económica que las empresas recurrieron al recorte de personal. Por lo que, la estrategia de reducir el tamaño y distribuir no se presentó en el sentido que señalan Lazonick y O'Sullivan (2000) en su estudio.

Con lo anterior no se está negando que las empresas presenten cierto grado de financiarización; pero, analizar ese fenómeno requiere de estudios más pormenorizados. Sin embargo, el modo en que las empresas cementeras participaron en el proceso de inestabilidad financiera fue a través de sus decisiones de operación, las cuales fueron estimuladas por la euforia del boom hipotecario y su vez estimularon a otros agentes a participar en ella.

### *Sobre la opinión de los habitantes aledaños a las plantas de cemento*

En este punto hay que hacer referencia a tres aspectos tratados durante la investigación: la evidencia de impactos asociados a las empresas, los resultados de la encuesta aplicada y el modelo basado en agentes.

Sobre el primer aspecto, es importante advertir que con la información pública que se obtiene a través de dependencias gubernamentales es difícil realizar estudios del impacto ambiental y social asociado a la contaminación generada por las empresas. Se tuvo la misma limitación que otros investigadores han enfrentado en sus trabajos (Chen *et al.*, 2010; Huntzinger y Eatmon, 2009, SEMARNAT/CEPAL, 2007). Sin poder señalar la intensidad de la contaminación generada por las empresas, lo cierto es que éstas declaran estar generándola al emitir sus reportes en el RETC y en sus propios informes.

En contraparte, de acuerdo con la información de los censos económicos, las empresas generan impactos positivos a través del empleo y las remuneraciones a los trabajadores. Sin embargo, se debe hacer un señalamiento especial para la situación de Cruz Azul. Por una parte, la cooperativa tiene en operación dos plantas de cemento con la denominación de Cementos y Concretos Nacionales, S.A. Por la otra, cuenta con una empresa que le proporciona servicios, es decir, mediante ésta contrata a su personal. De hecho en la zona de estudio, según las cifras del censo económico en Tula, donde opera la cooperativa, sobresale la cantidad de empleados que no dependen directamente de la denominación social. Es decir, se infiere que la cooperativa utiliza la figura de la subcontratación de servicios. Este mecanismo, de acuerdo con las cifras de los censos económicos, no se observa en los municipios de Atotonilco y Apaxco, lugares donde se asientan Cemex, Lafarge y Holcim. Esta situación que presenta la cooperativa amerita una investigación profunda.

Con respecto al segundo aspecto, la opinión generalizada está sesgada a considerar los aspectos negativos asociados a la actividad de la industria del cemento. Sin embargo, esta opinión no es la predominante en todos los aspectos

y se presenta matizada por municipios. En Tula, se presentó un sesgo menor hacia la opinión negativa y en contraparte, se emitieron mayor número de opiniones favorables en torno a los beneficios generados por la industria en comparación con las opiniones vertidas en los otros dos municipios. En el extremo, en Apaxco hubo mayor sesgo hacia los aspectos negativos asociados con la industria y fueron menores las opiniones de aquellos que percibían los beneficios. Atotonilco, se halló en una posición intermedia entre los otros dos municipios; sin embargo, el sesgo fue hacia los aspectos negativos relacionados con la industria.

Por último, los resultados de la simulación del modelo apuntan hacia lo señalado por Donaldson y Preston (1995) de que un *stakeholder* es quien tiene un interés legítimo. En las simulaciones se observa que para que se forme una opinión positiva o negativa, entre los agentes debe haber un interés en relación con la probabilidad de beneficio o de enfermedad. En caso contrario, las opiniones positivas y negativas decrecen, surgiendo un estado de indiferencia.

Ahora bien, es necesario distinguir que fue diferente la dinámica observada entre los escenarios de beneficios y perjuicios. Cuando se simuló un escenario de beneficios con ponderaciones por parte de los agentes, es decir, con interés por parte de ellos, las opiniones negativas cambiaban a positivas pero también surgía una opinión de indiferencia aunque predominaban las positivas. En cambio, cuando el escenario era de perjuicios con ponderaciones por parte de los agentes, las opiniones positivas cambiaban a negativas y no se observó el surgimiento de una tendencia de indiferencia.

Lo anterior, hace reflexionar sobre lo argumentado por Adam Smith (2012[1776]) de que el egoísmo, esto es el interés por el beneficio económico, es lo que motiva al intercambio y que en última instancia se refleja en el bienestar general. De manera análoga, en las simulaciones se observó que el interés en los beneficios derivados de la actividad de la industria motiva a los vecinos de los agentes a cambiar de opinión de negativa a positiva; sin embargo este cambio no es estable y surge la opinión de indiferencia.

En cambio, cuando se plantearon los perjuicios, la opinión negativa generalizada fue estable. Es decir, de los resultados del modelo se infiere que el beneficio económico no es el interés predominante en la sociedad de sílice, sino que fue predominante la empatía con los agentes vecinos cuando se trató del escenario de efectos negativos.

## Conclusiones

---

La pregunta que de manera constante acompañó a la investigación fue ¿qué es la sustentabilidad de la industria del cemento? Al respecto, la sustentabilidad es un proceso de cooperación que concierne a las empresas y demás grupos de interés, incluidos organismos internacionales como las Naciones Unidas y el WBCSD. Además, tanto empresas como los grupos de interés promueven la instrumentación de mecanismos que impulsan al desarrollo sustentable como la norma de conducta esperada de las empresas.

En esto, el cambio climático ha sido el factor que en mayor medida ha motivado la adopción de procesos eco-eficientes en otras industrias; sin embargo, en la industria del cemento esta modalidad de procesos ya se venía desarrollando debido al alto consumo energético del proceso de producción. Lo que ha ocurrido en la industria es una evolución hacia sistemas de ecología industrial y manejo de residuos.

Llama la atención lo referente a la práctica de la ecología industrial, en la que la reutilización de residuos de otras industrias, como combustible alternativo para su incineración en los hornos de cemento, se presenta como una estrategia para la reducción de residuos. La cual no ha estado exenta de controversia debido a los posibles riesgos a la salud asociados con el uso de llantas y aceites como combustibles, entre otros. Sin embargo, esta práctica ha significado ahorros para las empresas.

Pero el problema fundamental de la sustentabilidad de la industria se halla en su propio proceso de fabricación. Por un lado, está la utilización de recursos no renovables como es la explotación de las canteras. Por el otro, en la transformación de los insumos en clinker se emite dióxido de carbono como resultado de un proceso de descarbonatación, es decir, forma parte de la reacción química. A lo último, se debe añadir el dióxido de carbono generado por la utilización de los combustibles. Esa es la situación paradójica de la industria, lleva

a cabo acciones en pro del medio ambiente, y aún así, su actividad impacta negativamente.

Asociada a la primera pregunta estuvo la siguiente ¿qué cambios han ocurrido en la administración de las empresas cementeras a raíz de la presión internacional que tienen por ser sustentables? Por un lado, está la ampliación de las estrategias de eco-eficiencia hacia sistemas más integrales, además, de la inclusión de estrategias orientadas a diversos grupos de interés, entre ellos trabajadores y grupos clave para las empresas –como los grupos ecologistas-. Por el otro, este mayor involucramiento con los grupos de interés ha derivado en que en las empresas se presenten cambios en su estructura organizacional, ocupando la temática de la sustentabilidad una posición en la estructura que la involucra con el resto de las áreas de la empresa. Lo anterior es importante; sin embargo, el cambio más significativo en la administración de las empresas debe apuntar a una mejor distribución entre los trabajadores y la comunidad de los beneficios generados por la empresa.

La tercera pregunta de investigación fue ¿de qué manera afecta la inestabilidad financiera a la sustentabilidad de la industria del cemento? Al respecto, la inestabilidad afecta la convergencia hacia la sustentabilidad por dos vías. La primera, por medio de la relación ingreso-deuda que repercute en rentabilidad de las empresas cementeras, la cual es un pilar de la sustentabilidad económica. Y la segunda, en la relación con mercados financieros, ya sea porque las empresas participan con mayor grado en los mismos o por el contagio de las burbujas financieras, lo cual contribuye a que las empresas sean más vulnerables al comportamiento de estos mercados. En ambos casos, al verse afectada la rentabilidad de las empresas son los trabajadores quienes cargan con el costo final al perder su empleo.

Por último, sobre ¿cuál es la opinión que tienen los habitantes aledaños a las plantas de cemento en Tula-Atotonilco-Apaxco en relación con la gestión ambiental que realizan las empresas y el impacto derivado de la actividad de la industria? De la revisión de los informes de sustentabilidad se observa que los

programas sociales están dirigidos a grupos de interés clave, con miras a la legitimación de las empresas ante la opinión pública. A nivel local, en la zona de estudio, se advirtió que la población escasamente percibe que estos programas operen en su comunidad. En general, se encontró que los habitantes entrevistados tienen una mala percepción de las actividades de la industria del cemento.

En el análisis descriptivo de los resultados de la encuestas se halló, en primer lugar, que hay una percepción generalizada de que las condiciones ambientales de la región han empeorado. En particular, en lo relativo a las emisiones de humo y ruido provenientes de las plantas de cemento los entrevistados manifestaron que las condiciones se mantienen igual que hace diez años, inclusive que han empeorado. De igual manera, se tiene la percepción de que las autoridades no están actuando en materia ambiental.

Por otra parte, se advirtió que existe mejor percepción sobre las actividades desarrolladas por la industria en Tula de Allende (ubicación de Cruz Azul) en comparación con Atotonilco (Cemex y Lafarge) y Apaxco (Holcim). Esta percepción arrojada en el análisis descriptivo coincide con los resultados de la evaluación a la opinión (con base en el análisis factorial), que además contempla los aspectos ambientales antes mencionados. Sin embargo, no se trata que el resultado muestre aprobación por parte de los entrevistados, sino que los resultados son menos negativos en Tula con respecto a los otros dos municipios.

Sobre el caso Ecoltec, la opinión que tienen los habitantes varía de acuerdo con la distancia con respecto al punto donde ocurrieron los incidentes. Aunque la mayoría de los entrevistados señalaron que no tuvieron conocimientos de los incidentes relacionados con Ecoltec, la opinión de quienes se enteraron del caso fue que hubo una mala actuación tanto por parte de la empresa como por las autoridades.

Finalmente, de los resultados de la simulación del modelo basado en agentes, se concluye que para la formación de una opinión positiva o negativa no es condición suficiente la presencia de beneficios o perjuicios asociados con la actividad de las

empresas sino que debe existir un interés por parte de los agentes, representado en el modelo como la ponderación de las variables beneficio y perjuicio.

No fue la intención de la investigación el medir la sustentabilidad de la industria del cemento; más, de los resultados se advierte que las empresas están implementando estrategias orientadas al desarrollo sustentable. También que este camino de implementación ha sido largo, casi treinta años desde que inició la promoción del desarrollo sustentable por parte de las Naciones Unidas. Además que, el tópico del desarrollo sustentable continúa sesgado hacia cuestiones ambientales referidas al control de la contaminación y mejor uso de los recursos. Los avances son cuestionables a pesar de las cifras reportadas por las empresas.

Sin embargo, si bien la crisis financiera y económica ha dejado como secuela la pérdida de empleos también plantea la oportunidad de que el Estado asuma un papel preponderante en el fomento de la sustentabilidad con una noción integral de la misma. Queda en la responsabilidad de todos el incidir para reforzar el proceso de cooperación entre empresa y demás grupos de interés, sólo así se tendrá una mayor oportunidad de que el avance del desarrollo sustentable contribuya a formar una sociedad sustentable.

## Líneas futuras de investigación

---

Esta investigación deja varias puertas abiertas. Entre ellas están<sup>63</sup>:

- Estudiar con detalle el fenómeno de financiarización de las empresas cementeras, con énfasis en los cambios de estructura del capital y el valor de las empresas.
- Estimar el valor creado por la empresas para los diferentes grupos de interés, este punto requiere de indagar en las metodologías existentes y continuar el estudio de qué elementos considerar.
- En el mismo sentido está calcular el índice de sustentabilidad para la región Tula-Atotonilco-Apaxco.
- Analizar qué mecanismos son más eficientes en la promoción de la norma de la sustentabilidad en el caso de la industria del cemento.
- Estudiar la implementación de las estrategias con orientación sustentable a lo largo de la cadena de valor del cemento, con énfasis en las pequeñas y medianas empresas que participan en la cadena.
- Correr las simulaciones del modelo basado en agentes con escenarios que combinen las tasas de beneficios y perjuicios, así mismo, utilizando otras topologías de redes.
- Extender el estudio de la correlación en la tendencia del precio de cotización de las acciones de las cementeras a otras empresas de la industria.
- Analizar el impacto del programa de participación de acciones de Lafarge en el bienestar de los trabajadores, así como de programas similares en Holcim y Cemex.

---

<sup>63</sup> Se enuncian considerando su importancia.

- Estimar el costo de las externalidades de la industria del cemento, con base en mediciones puntuales de los contaminantes emitidos.
- Extender a otras localidades el estudio del impacto de la industria, por ejemplo en Monterrey, Nuevo León o en Lagunas, Oaxaca.

## Sugerencias

---

El estudio de la sustentabilidad tomando como referencia a la industria del cemento ha permitido profundizar en la reflexión de lo que significa la propia sustentabilidad. Dejando como principal lección que se trata de un proceso social de cooperación que involucra a las empresas y las distintas partes interesadas. Asimismo, ha permitido observar por qué la inestabilidad financiera es un obstáculo para la convergencia de los objetivos sociales, ambientales y económicos. Además, ha identificado diversas líneas de investigación en espera de abordarse.

Sin embargo, el trabajo de campo y los resultados del modelo de formación de opinión han permitido identificar algunas problemáticas que están inhibiendo el proceso de cooperación y que son susceptibles de trabajar en su solución. En particular, lo que concierne a la información y concientización de la población. Durante el levantamiento de encuestas y después en el análisis de resultados, se observó que conforme los entrevistados vivían en puntos más alejados a las plantas de cemento, éstos tenían menor conocimiento de la problemática relacionada con la industria y en especial de los hechos acontecidos en Apaxco en que se relaciona a Ecoltec, filial de Holcim. Por su parte, los resultados de la simulación del modelo sugieren que las relaciones entre familiares, amistades y vecinos no están formando una red de mundo pequeño o bien que el grado nodal es bajo, es decir, que no se presentan relaciones de largo alcance o que el número de conocidos es bajo. Ambos puntos, de modo indirecto hacen referencia al tejido social o al capital social de las comunidades. Asimismo, los resultados de las simulaciones sugieren que el interés individual puede transmutar en interés colectivo, sobre cuando se trata de perjuicios para la gente.

Lo anterior, apunta a la necesidad de difundir información entre la población, de modo oportuno y pertinente, con la finalidad de contribuir a la toma de conciencia. A largo de la investigación se señaló que se requería del involucramiento de todos, en este sentido, es que se requiere que la población esté informada y tenga

conocimiento de los posibles daños a los que está expuesta, y de igual modo, asuma su responsabilidad en el monitoreo de las actividades que llevan a cabo autoridades y empresas, de igual manera, tome conciencia de las acciones que el mismo puede realizar para solucionar as múltiples problemáticas que enfrentamos como sociedad. En esta labor la contribución de las universidades es relevante.

También se requiere del diseño de vías de participación y representatividad de las comunidades, tanto en la planeación y toma de decisiones como en la evaluación de las acciones realizadas en materia de sustentabilidad. En este punto, es necesario trabajar para eliminar el sesgo de asociar la sustentabilidad a aspectos ambientales o ecológicos, se requiere asumirlo como un concepto integral que concierne a todos los aspectos de la vida del hombre.

Asimismo, se requiere de trabajar más con los empresarios e involucrarlos en las dinámicas de las comunidades. De aprovechar las ventajas de la gran empresa para implementar procesos sustentables y de aumentar la participación –y reivindicar- a la mediana y pequeña empresa. Entender que la empresa no es ajena a la comunidad y que puede representar un agente de transformación que contribuya positivamente.

Todo esto requiere de una visión compartida del futuro que se quiere, de políticas públicas asertivas, así como de presupuesto y voluntad para llevarlas a cabo. La construcción de una sociedad sustentable es competencia de todos.

## Bibliografía

---

- Agarwal, Bina, 2002. "Gender Inequality, Cooperation, and Environmental Sustainability", *SFI Working Paper 2002-10-058*, octubre 2002, Santa Fe Insitute, Santa Fe, 39 pp.
- Aktouf, Omar, 2009. *La administración entre tradición y renovación*, Universidad del Valle/Universidad Libre/Artes Gráficas del Valle, Cali, Valle, Colombia.
- Albert, Réka y Albert-László Barabási, 2002. "Statistical mechanics of complex networks", *Reviews of Modern Physics* 4, pp. 47-97.
- Andriof, Jörg y Sandra Waddock, 2002. "Unfolding Stakeholder Engagement", en Andriof J., Waddock S., Husted B. y Rahman S. (Eds.), *Unfolding stakeholder thinking*, Sheffield, Reino Unido, Greenleaf Publishing Limited, pp. 19-42.
- Arrighi, Giovanni, 1999 [1994]. *The Long Twentieth Century. Money, Power, and the Origins of Our Times*, (traducción española Carlos Prieto del Campo, *El largo siglo XX. Dinero y poder en los orígenes de nuestra época*, Akal, Madrid).
- Axelrod, Robert M., 1984. *The evolution of cooperation*, Basic Books, Nueva York.
- Axelrod, Robert M., 1997. *The complexity of cooperation: agent-based models of competition and collaboration*, Princeton University Press, Princeton.
- Ball, Philip, 2010[2004]. *Critical Mass. How One Thing Leads to Another*, Farrar, Straus and Giroux, Nueva York (trad. Amado Diéguez, Masa crítica. Cambio, caos y complejidad, Fondo de Cultura Económica/Turner, México).
- Banco de México, 2011. "Mercado cambiario, tipo de cambio respecto a otras divisas", <http://www.banxico.org.mx/portal-mercado-cambiario/index.html>, (28 junio 2013).

- Baumgärtner, Stefan y Martin Quaas, 2010. "What is sustainability economics?", *Ecological Economics* 69 (3), pp. 445-450.
- Beas Torres, Carlos, 2012. "Tres mitos del megaproyecto eólico del Istmo de Tehuantepec", *La Jornada*, 3 de noviembre de 2012, p. 31.
- Bejarano, Fernando, 2004. *Guía ciudadana para la aplicación del Convenio de Estocolmo*, RAPAM/IPEN/ONUUDI/PNUMA/UNITAR, México.
- Blackman, Allen, Bidisha Lahiri, William Pizer, Marisol Rivera Planter y Carlos Muñoz Piña, 2010. "Voluntary environmental regulation in developing countries: Mexico's Clean Industry Program", *Journal of Environmental Economics and Management* 60 (3), pp. 182-192.
- Business News Americas, 2006. "Lafarge iniciará operaciones de nueva planta el 27 de abr.", [http://www.bnamericas.com/news/infraestructura/Lafarge\\_iniciara\\_operaciones\\_de\\_nueva\\_planta\\_el\\_27\\_de\\_abr,,](http://www.bnamericas.com/news/infraestructura/Lafarge_iniciara_operaciones_de_nueva_planta_el_27_de_abr,,) (30 junio 2013).
- Cabrera, Ángel, 2011. "Instalan medidores de contaminación en la zona industrial", *Milenio*, 24 febrero 2011, <http://impreso.milenio/node/8916928>, (22 abril 2011).
- Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión, 2000. "Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Auditoría Ambiental", *Diario Oficial de la Federación*, México, 29 noviembre 2000, pp. 10.
- Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión, 2004 [1988]. "Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Prevención y Control de la Contaminación de la Atmósfera", *Diario Oficial de la Federación*, México, 03 junio 2004, pp. 22.
- Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión, 2004. "Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de

Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes”, *Diario Oficial de la Federación*, México, 03 de junio de 2004, pp. 7.

Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión, 2010. “Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Autorregulación y Auditorías Ambientales”, *Diario Oficial de la Federación*, México, 29 abril 2010, pp. 13.

Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión, 2011 [1917]. “Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos”, *Diario Oficial de la Federación*, México, Última reforma 13 octubre 2011, pp. 181.

Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión, 2011 [1988]. “Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente”, *Diario Oficial de la Federación*, México, Última reforma 30 de agosto de 2011, pp. 108.

Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión, 2012. “Ley General de Cambio Climático”, *Diario Oficial de la Federación*, México, 06 de junio de 2012, pp. 44.

Cámara Nacional del Cemento [CANACEM], 2010. “Plantas”, México, <[http://www.canacem.org.mx/la\\_industria\\_plantas.htm](http://www.canacem.org.mx/la_industria_plantas.htm)>, (05 mayo de 2010).

Capital IQ, 2012a. “Cemex SAB de CV NYSE Financials Anual”, (28 septiembre 2012).

Capital IQ, 2012b. “Holcim Ltd SWX HOLN Financials Anual”, (28 septiembre 2012).

Capital IQ, 2012c. “Lafarge SA ENXTPA LG Financials Anual”, (28 septiembre 2012).

Capra, Fritjof, 2003[2002]. *The Hidden Connections*, Doubleday, Nueva York (trad. de David Sempau, *Las conexiones ocultas. Implicaciones sociales*,

*medioambientales, económicas y biológicas de una nueva visión del mundo*, Editorial Anagrama, Barcelona).

Case, Brendan, 2013. "Cemex declines as Loss Dismays Deutsche Bank: Mexico City Mover", *Bloomberg*, 07 de febrero 2013, [s.p.], (27 febrero 2013).

Castillo, Edith, 2011a. "Llega cementera verde a Hidalgo", *Milenio*, 14 de enero de 2011,  
<http://www.milenio.com/cdb/doc/noticias2011/50a22c5f90a91c7060c4a6dba2843ac3>, (15 marzo 2013).

Castillo, Edith, 2011b. "Cementera ecológica será la mejor del país", *Milenio*, 20 de enero de 2011, <http://www.milenio.com/cdb/doc/impreso/8897977>, (15 marzo 2013).

Castillo, Enrique, José Manuel Gutiérrez y Ali S. Hadi, 1998. *Sistemas Expertos y Modelos de Redes Probabilísticas*, Monografías de la Academia Española de Ingeniería, Madrid.

Cemex, 1998a. *Environmental, Health & Safety Report 1997*, Cemex, Monterrey, México.

Cemex, 1998b. *Cemex 1997 Annual Report*, Cemex, Monterrey, México.

Cemex, 1999a. *Environmental, Health & Safety Report 1998*, Cemex, Monterrey, México.

Cemex, 1999b. *Cemex 1998 Annual Report*, Cemex, Monterrey, México.

Cemex, 2000a. *Environmental, Health & Safety Report 1999*, Cemex, Monterrey, México.

Cemex, 2000b. *Cemex 1999 Annual Report* [Form 20-F, Securities and Exchange Commission, United States], Cemex, Monterrey, México.

Cemex, 2001a. *Environmental, Health & Safety Report 2000*, Cemex, Monterrey, México.

Cemex, 2001b. *Annual Report 2000* [Form 20-F, Securities and Exchange Commission, United States], Cemex, Monterrey, México.

Cemex, 2002a. *Environmental, Health & Safety Report 2001*, Cemex, Monterrey, México.

Cemex, 2002b. *Annual Report 2001* [Form 20-F, Securities and Exchange Commission, United States], Cemex, Monterrey, México.

Cemex, 2003a. *Environmental, Health & Safety Report 2002*, Cemex, Monterrey, México.

Cemex, 2003b. *Annual Report 2002* [Form 20-F, Securities and Exchange Commission, United States], Cemex, Monterrey, México.

Cemex, 2004a. *Sustainability Report 2003*, Cemex, Monterrey, México.

Cemex, 2004b. *Annual Report 2003* [Form 20-F, Securities and Exchange Commission, United States], Cemex, Monterrey, México.

Cemex, 2005a. *Sustainability Report 2004*, Cemex, Monterrey, México.

Cemex, 2005b. *Annual Report 2004* [Form 20-F, Securities and Exchange Commission, United States], Cemex, Monterrey, México.

Cemex, 2006a. *Sustainable Development Interim Report 2005*, Cemex, Monterrey, México.

Cemex, 2006b. *Annual Report 2005* [Form 20-F, Securities and Exchange Commission, United States], Cemex, Monterrey, México.

Cemex, 2007a. *Sustainable Development Report 2006*, Cemex, Monterrey, México.

- Cemex, 2007b. *Annual Report 2006* [Form 20-F, Securities and Exchange Commission, United States], Cemex, Monterrey, México.
- Cemex, 2008a. *Sustainable Development Interim Report 2007*, Cemex, Monterrey, México.
- Cemex, 2008b. *Annual Report 2007* [Form 20-F, Securities and Exchange Commission, United States], Cemex, Monterrey, México.
- Cemex, 2008c. *Reporte anual que se presenta de acuerdo con las disposiciones de carácter general aplicables a las emisoras de valores y a otros participantes del Mercado de Valores por el año terminado al 31 de diciembre de 2007*, Cemex S.A. de C.V., Monterrey, México.
- Cemex, 2009a. *Sustainable Development Report 2008*, Cemex, Monterrey, México.
- Cemex, 2009b. *20-F Report 2008*, Cemex, Monterrey, México.
- Cemex, 2010a. *Informe de Desarrollo Sustentable 2009*, Cemex, Monterrey, México.
- Cemex, 2010b. “Cemento, Plantas: localización”,  
[http://www.cemexmexico.com/ce/ce\\_pp\\_lo.html](http://www.cemexmexico.com/ce/ce_pp_lo.html), (07 septiembre 2010).
- Cemex, 2010c. *Sustainable Development Report 2009 (full version)*, Cemex, Monterrey, México.
- Cemex, 2010d. *20-F Report 2009*, Cemex, Monterrey, México.
- Cemex, 2011a. *Cemex 2010 Annual Report. Building a stronger foundation*, Cemex, Monterrey, México.
- Cemex, 2011b. *Sustainable Development Report 2010*, Cemex, Monterrey, México.

- Cemex, 2011c. *Cemex 2010 20-F Report*, Cemex, Monterrey, México.
- Cemex, 2012a. *Sustainable Development Report 2011*, Cemex, Monterrey, México.
- Cemex, 2012b. *Cemex 2011 20-F Report*, Cemex, Monterrey, México.
- Cemex, 2013. *Cemex 2012 20-F Report*, Cemex, Monterrey, México.
- CEPAL, 2002. *Panorama de la inserción internacional de América Latina y el Caribe, 2000-2001*, Santiago de Chile, CEPAL.
- CEPAL, 2010. *Anuario Estadístico de América Latina y el Caribe, 2009*, Santiago de Chile, CEPAL.
- Chen, C., G. Habert, Y. Bouzidi y A. Jullien, 2010. "Environmental impact of cement production: detail of the different process and cement plant variability evaluation", *Journal of Cleaner Production* 18 (5), pp. 478-485.
- Cocho, Germinal y Pedro Miramontes, 2000. "Patrones y procesos en la naturaleza. La importancia de los protectorados", *Ciencias*, no. 59, 2000, México, Facultad de Ciencias-Universidad Nacional Autónoma de México, pp.12-20.
- Comisión Federal de Competencia [CFC], 1998. "Expediente DE-017-1998", *Documentos públicos*, <http://resoluciones.cfc.gob.mx>, (28 abril 2011).
- Comisión Federal de Competencia, 2006. Expediente DE-032-2006, *Documentos públicos*, <http://resoluciones.cfc.gob.mx>, (28 abril 2011).
- Comisión Federal de Competencia, 2009. "Expediente DE-012-2009", *Documentos públicos*, <http://resoluciones.cfc.gob.mx>, (28 abril 2011).
- Comisión Intersectorial de Cambio Climático, 2012. *Informe de Avances del Programa Especial de Cambio Climático 2009-2012*, SEMARNAT, México.

- CONAPO, 2000. *Desarrollo Humano, Anexo Estadístico. Índice de desarrollo humano por municipio*,  
[http://www.conapo.gob.mx/index.php?option=com\\_content&view=article&id=50&Itemid=195](http://www.conapo.gob.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=50&Itemid=195), (09 septiembre 2010).
- CONAPO, 2005. *Índices de marginación 2005, Cuadro B.0. Población total, indicadores socioeconómicos, índice y grado de marginación y lugar que ocupa en el contexto nacional por municipio*,  
[http://www.conapo.gob.mx/index.php?option=com\\_content&view=article&id=126&Itemid=194](http://www.conapo.gob.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=126&Itemid=194), (09 septiembre 2010).
- CONAVECE-Epidemiología, 2012. *Anuarios de morbilidad 2010*,  
<http://www.dgepi.salud.gob.mx/anuario/html/anuarios.html>, (27 septiembre 2012).
- Constanza R., G. Alperovitz, H. E. Daly, J. Farley, C. Franco, T. Jackson, I. Kubiszewski, J. Schor, y P. Victor, 2012. *Building a Sustainable and Desirable Economy-in-Society-in-Nature*, United Nations Division for Sustainable Development, Nueva York.
- Cooperativa la Cruz Azul, 2010. "Producto, plantas", <http://www.cruzazul.com.mx>, (08 septiembre 2010).
- Cooperativa la Cruz Azul, 2011. "Nuestras raíces-Historia",  
<http://www.cruzazul.com.mx/2008/lacruzazul/historia.aspx>, (29 abril 2011).
- Corporación Moctezuma, 2010. "Cemento, plantas",  
[http://www.cmoctezuma.com.mx/planta\\_tepetz.htm](http://www.cmoctezuma.com.mx/planta_tepetz.htm), (08 septiembre 2010).
- Cowell, Sarah, Walter Wehrmeyer, Peter W. Argust y J. Graham S. Robertson, 1999. "Sustainability and the primary extraction industries: theories and practice", *Resources Policy* 25 (4), pp. 277-286.
- Cruz Sánchez, Armando, 2011. "Se riega con aguas negras 60% de cultivos agrícolas en Hidalgo", *La Jornada*, 12 marzo 2011, México, p. 32.

- CSI-ECRA, 2009. "Development of State of the Art-Techniques in Cement Manufacturing: Trying to Look Ahead", *CSI/ECRA-Technology Papers*, CSI/ECRA, Duesseldorf, Ginebra, pp. 1-99.
- CSI-ECRA-IEA, 2009. *Cement Roadmap Targets*, CSI/ECRA/IEA, [s.l.i.].
- CSI-IEA, 2009. *Cement Technology Roadmap 2009. Carbon emissions reductions up to 2050*, CSI/IEA.
- CSI-SINTEF, 2006. *Formation and Release of POPs in the Cement Industry*, CSI/SINTEF, [s.l.i.].
- Delfino, Ralph, Henry Gong, William S. Linn, Ye Hu y Edo D. Pellizzari, 2003. "Respiratory symptoms and peak expiratory flow in children with asthma in relation to volatile organic compounds in exhaled breath and ambient air", *Journal of Exposure Analysis and Environmental Epidemiology* 13, pp. 348-363.
- Dietz, Andreas, Heribert Ramroth, Tobias Urban, Wolfgang Ahrens y Heiko Becher, 2004. "Exposure to cement dust, related occupational groups and laryngeal cancer risk: results of a population based case-control study", *International Journal of Cancer* 108 (6), pp. 907-911.
- Donaldson, Thomas y Lee E. Preston, 1995. "The Stakeholder Theory of the Corporation: Concepts, Evidence, and Implications", *Academy of Management Review* 20 (1), pp. 65-91.
- Dorogovtsev, S.N. y J.F.F. Mendes, 2002. "Evolution of networks", *Advances in Physics* 51 (4), pp. 1079-1187.
- Dorogovtsev, S.N. y J.F.F. Mendes, 2003. *Evolution of Networks. From Biological Nets to the Internet and WWW*, Oxford University Press, Oxford.

- Drexhage, John y Deborah Murphy, 2010. *Sustainable Development: From Brundtland to Rio 2012*, International Institute for Sustainable Development/ United Nations, Nueva York.
- EPA, 2013. "End of Pipe Treatment", *Design for the environment*, 01 febrero 2013, [http://www.epa.gov/dfe/pubs/pwb/tech\\_rep/p2\\_report/p2\\_sec8.htm](http://www.epa.gov/dfe/pubs/pwb/tech_rep/p2_report/p2_sec8.htm), (30 abril 2013).
- Fairbairn, Eduardo M.R., Branca B. Americano, Guilherme C. Cordeiro, Thiago P. Paula, Romildo D. Toledo Filho y Marcos M. Silvos, 2010. "Cement replacement by sugar cane bagasse ash: CO<sub>2</sub> emissions reduction and potential for carbon credits, *Journal of Environmental Management* 91 (9), pp. 1864-1871.
- Fernández, Pablo, 2005. *Guía rápida de valoración de empresas*, Barcelona, Gestión 2000.
- Field, Barry C., 1997. *Environmental Economics. Un Introduction*, [s.l.i.], Oxford University Press, 1995. (trad. de Leonardo Cano, *Economía ambiental. Una Introducción*, Colombia, MacGraw Hill Interamericana).
- Finnie Bruce, Jeffrey Stuart, Linda Gibson y Fern Zabriskie, 2009. "Balancing environmental and industry sustainability: A case study of the US gold", *Journal of Environmental Management* 90 (12), pp. 3690-3699.
- Flegg, Graham H., 1974 [2001]. *From Geometry to Topology*, Dover Publications, Mineola, Nueva York.
- Fondo Mexicano de Carbono [FOMECAR], 2010. "Tipo de proyectos MDL", [http://www.fomecar.com.mx/wb3/wb/fomecar/fomecar\\_prehome](http://www.fomecar.com.mx/wb3/wb/fomecar/fomecar_prehome), (23 de junio de 2010).
- Freeman, Edward E., 2004. "The Stakeholder Approach Revisited", *Zeitschrift für Wirtschaftsund Unternehmensethik* 3, pp. 228-241.

- Gasparatos, A. y A. Scolobig, 2012. "Choosing the most appropriate sustainability assessment tool", *Ecological Economics* 80, agosto 2012, pp. 1-7.
- Gasparatos, Alexandros, 2010, "Embedded value systems in sustainability assessment tools and their implications", *Journal of Environmental Management* 91 (8), pp. 1613-1622.
- Genaidy, A.M., R. Sequeira, T. Tolaymat, J. Kohler, S. Wallace y M. Rinder, 2010. "Integrating science and business models of sustainability for environmentally-challenging industries such as secondary lead smelters: A systematic review and analysis of findings", *Journal of Environmental Management* 91 (9), pp. 1872-1882.
- Georgescu-Roegen, Nicholas, 2007. *Ensayos bioeconómicos*, Los libros de la Catarata, Madrid.
- Gilbert, G. Nigel, 2008. *Agent-based models*, Sage Publications, [s.l.i.] Estados Unidos.
- Girón Alicia y Alma Chapoy, 2013. "Securitization and financialization" en *Journal of Post Keynesian Economics* 32 (2), pp. 171-186.
- Glavič Peter y Rebeca Lukman, 2007. "Review of sustainability terms and their definitions", *Journal of Cleaner Production* 15 (18), pp. 1875-1885.
- Global CCS Institute, 2013. "Projects", <http://www.globalccsinstitute.com/projects/browse>, (04 de noviembre 2013).
- Gobierno de los Estados Unidos Mexicanos, 2007. *Plan Nacional de Desarrollo 2007-2012*, Presidencia de la República, México.
- Goerner, Sally J, Bernard Lietaer y Robert E. Ulanowicz, 2009. "Quantifying economic sustainability: Implications for free-enterprise theory, policy and practice", *Ecological Economics* 69 (1), pp. 76-81.

Gómez Mena, Carolina, 2012. "Cementera provocará "graves daños" en Hidalgo", *La Jornada*, 25 de noviembre de 2012, <http://www.jornada.unam.mx/2012/11/25/estados/028n1est>, (15 marzo 2013), p. 28.

Gómez-Baggethun Erik, Rudolf de Groot, Pedro L. Lomas y Carlos Montes, 2010. "The history of ecosystem services in economic theory and practice: from early notions to markets and payment schemes", *Ecological Economics* 69 (6), pp. 1208-12018.

Google Earth, 2011a. "Estado de México", Google/INEGI/NASA.

Google Earth, 2011b. "Hidalgo", Google/INEGI/NASA.

Google Maps, 2011a. "Estado de México", Google/INEGI.

Google Maps, 2011b. "Hidalgo", Google/INEGI.

Graymore, M. L. M., Neil G. Sipe y Roy E. Rickson, 2010. "Sustaining Human Carrying Capacity: A tool for regional sustainability assessment", *Ecological Economics* 69 (3), pp. 459-468.

Greenpeace México, 2011a. "¡Bien! Lego se compromete con los bosques", <http://www.greenpeace.org/mexico/es/Noticias/2011/Julio/Bien-Lego-se-compromete-con-los-bosques/>, 7 julio de 2011, (25 de mayo de 2013).

Greenpeace México, 2011b. "Barbie, una chica con conciencia ambiental", <http://www.greenpeace.org/mexico/es/Noticias/2011/Octubre/Barbie-una-chica-con-conciencia-ambiental/>, 5 octubre 2011, (25 de mayo de 2013).

Greenpeace México, 2011c. "Otras ocho grandes empresas anulan contratos con Asia Pulp and Paper por destruir la selva de Indonesia", <http://www.greenpeace.org/mexico/es/Noticias/2011/Noviembre/Otras-ocho-grandes-empresas-anulan-contratos-con--Asia-Pulp-and-Paper-por-destruir-la-selva-de-Indonesia-/>, 1 noviembre 2011, (25 de mayo de 2013).

Greenpeace México, 2012a. “Mango se doblega ante el poder de la gente”, <http://www.greenpeace.org/mexico/es/Noticias/2012/Diciembre/Mango-se-doblega-ante-el-poder-de-la-gente/>, 4 de diciembre de 2012, (25 de mayo de 2013).

Greenpeace México, 2012b. “Lo logramos: Levi’s se compromete a una moda sin tóxicos”, <http://www.greenpeace.org/mexico/es/Campanas/Toxicos/#tab=0&gvs=false&page=2>, 13 de diciembre de 2012, (04 junio 2013).

Greenpeace México, 2012c. “Gazprom tampoco perforará en el Ártico”, <http://www.greenpeace.org/mexico/es/Noticias/2012/Septiembre/Gazprom-tampoco-perforara-en-el-Artico/>, 24 de septiembre de 2012, (25 de mayo de 2013).

Greenpeace México, 2013a. “Benetton demuestra sus “verdaderos colores” y asume la Moda sin Tóxicos”, <http://www.greenpeace.org/mexico/es/Campanas/Toxicos/#tab=0&gvs=false&page=2>, 16 enero de 2013, (25 de mayo de 2013).

Greenpeace México, 2013b. “Victoria’s Secret revela su compromiso”, <http://www.greenpeace.org/mexico/es/Noticias/2013/Enero/Victorias-Secret-revela-su-compromiso/>, 22 de enero de 2013, (25 de mayo de 2013).

Greenpeace México, 2013c. “La marca G-Star se compromete con una Moda sin Tóxicos”, <http://www.greenpeace.org/mexico/es/Noticias/2013/Enero/La-marca-G-Star-se-compromete-con-una-Moda-sin-Toxicos/>, 31 de enero de 2013, (25 de mayo de 2013).

Greenpeace México, 2013d. “Shell abandona su Programa de Perforación del Ártico 2013”, <http://www.greenpeace.org/mexico/es/Noticias/2013/Febrero/Shell-abandona-su-Programa-de-Perforacion-del-Artico-2013/>, 27 de febrero de 2013, (25 de mayo de 2013).

- Greenpeace, 2010a. *México ante el cambio climático. Evidencias, impactos, vulnerabilidad y adaptación*, Greenpeace, México.
- Greenpeace, 2010b. “¡No más políticos desempleados en Profepa!”, *Noticias Greenpeace*, 27 enero 2011, [http://www.greenpeace.org/mexico/es/Noticias/2011/Enero/No-mas-politicos-desempleados-en-Profepa/](http://www.greenpeace.org/mexico/es/Noticias/2011/Enero/No-mas-politicos-desempleados-en-Profepa), (16 marzo 2011).
- Grupo Cemento Chihuahua (GCC), 2010. *Programa voluntario de contabilidad y reporte de emisiones de gases de efecto invernadero (Programa GEI México) 2009*, GCC, México.
- Grupo Cemento Chihuahua, 2011. “Quienes somos”, <http://www.gcc.com/>, (30 abril 2011).
- Halog, Anthony y Yosef Manik, 2011. “Advancing Integrated Systems Modelling Framework for Life Cycle Sustainability Assessment”, *Sustainability* 3 (2), pp. 469-499.
- Hardin, Garrett, 1968. “The tragedy of the Commons”, *Science* (162) 3859, 13 de diciembre de 1968, pp. 1243-1248.
- Hart, Stuart L., 1995. “A natural-Resource-Based View of the Firm”, *The Academy of Management Review* 20 (4), pp. 986-1014.
- Hasanbeigi, Ali, Christoph Menke y Lynn Price, 2010. “The CO2 abatement cost curve for the Thailand cement industry”, *Journal of Cleaner Production* 18 (15), pp. 1509-1518.
- Herzog, Timothy, 2009. “World Greenhouse Gas Emissions in 2005”, WRI Working Paper, World Resources Institute, [s.l.i.]
- Holcim Apasco, 2007. *Informe de Desarrollo Sustentable 2006*, Holcim Apasco, México.

- Holcim Apasco, 2010a. "Infraestructura",  
[http://www.holcim.com.mx/MX/MEX/id/536891419/mod/2\\_2/page/location\\_map.html](http://www.holcim.com.mx/MX/MEX/id/536891419/mod/2_2/page/location_map.html), (07 septiembre 2010).
- Holcim Apasco, 2010b. "Productos y servicios, Ecoltec",  
<http://www.holcim.com.mx/MX/MEX/id/1610657309/mod/4/page/editorial.html>, (8 septiembre 2010)
- Holcim Apasco, 2010c. "Productos y servicios, Centro Tecnológico del Concreto",  
<http://www.holcim.com.mx/MX/MEX/id/1610657310/mod/4/page/editorial.html>, (8 septiembre 2010)
- Holcim Apasco, 2010d. *Inventario de gases de efecto invernadero*, Holcim Apasco, México.
- Holcim Apasco, 2011a. "Nuestra empresa, Historia",  
<http://www.holcim.com.mx/es/nuestra-empresa/historia.html>, (01 mayo 2011).
- Holcim Apasco, 2011b. "Inaugura el Presidente Felipe Calderón Hinojosa una nueva planta cementera de Holcim Apasco", Holcim Apasco, 11 marzo 2011, <http://www.holcimapasco.com/en/press-and-media/latest-releases/latest-release/article/inaugura-el-presidente-felipe-calderon-hinojosa-una-nueva-planta-cementera-de-holcim-apasco.html>, (22 abril 2011).
- Holcim, 2003. *Corporate Sustainable Development Report 2002 Holcim Ltd., Holcim*, [s.l.i.].
- Holcim, 2004. *Corporate Sustainable Development Report 2003 Holcim Ltd., Holcim*, [s.l.i.].
- Holcim, 2006. *Corporate Sustainable Development Report 2005 Holcim Ltd., Holcim*, [s.l.i.].

- Holcim, 2007. "Sustainable Development" en *Holcim Annual Report 2006*, Holcim, [s.l.i.], pp. 32-39.
- Holcim, 2008a. *Corporate Sustainable Development Report 2007 Holcim Ltd., Holcim*, [s.l.i.].
- Holcim, 2008b. *Annual Report 2007 Holcim Ltd*, Holcim Ltd., Zurich.
- Holcim, 2009. "Sustainable Development" en *Holcim Annual Report 2008*, Holcim, [s.l.i.], pp. 50-57.
- Holcim, 2010. "Sustainable Development" en *Holcim Annual Report 2009*, Holcim, [s.l.i.], pp. 44-48.
- Holcim, 2011a. *Annual Report 2010 Holcim Ltd*, Holcim Ltd., Zurich.
- Holcim, 2011b. "Sustainable Development" en *Holcim Annual Report 2010*, Holcim, [s.l.i.], pp. 40-47.
- Holcim, 2013a. *Annual Report 2012 Holcim Ltd*, Jona, Suiza.
- Holcim, 2013b. "Investor relations: share prices", <http://www.holcim.com/investor-relations/shareholder-information/share-prices-and-graphs.html>, (31 mayo 2013).
- Holland, John H., 2004[1995]. *Hidden Order. How Adaptation Builds Complexity*, Basic Books/Perseus Books Group, [s.l.i.] Estados Unidos (trad. de Esteban Torres Alexander, *El orden oculto. De cómo la adaptación crea complejidad*, Fondo de Cultura Económica, México).
- Houdashelt, Mark, Ned Helme y Daniel Klein, 2009. *Setting Mitigation Goals for Sectoral Programs: A Preliminary Case Study of Mexico's Cement and Oil Refining Sectors*, Center for Clean Air Policy, [s.l.i.].
- Howard, Georgina, 2012. "Es un caos. La cementera Santa Anita de Carlos Slim y Antonio del Valle, apenas calienta motores y los habitantes del Valle del

Mezquital ya denuncian estragos”, *Reporte Índigo*, 27 de noviembre de 2012 <http://www.reporteindigo.com/reportes/mexico/es-un-caos>, (15 marzo 2013).

Huntzinger, Deborah N. y Thomas D. Eatmon, 2009. “A life-cycle assessment of Portland cement manufacturing: comparing the traditional process with alternative technologies”, *Journal of Cleaner Production* 17 (7), pp. 668-675.

ICF International, 2009. *Sector-based Approaches Case Study: Mexico*, ICF International, [s.l.i.].

IEA, 2009. *Energy Technology Transitions for Industry*, IEA, [s.l.i.].

INEGI, 2001. “Consulta interactiva de datos”. *Censos Económicos 1999*, <http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/proyectos/ce/ce1999/default.aspx>, INEGI, México, (01 febrero 2012).

INEGI, 2005. “Consulta interactiva de datos”. *Censos Económicos 2004*, <http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/proyectos/ce/ce2004/default.aspx>, INEGI, México, (01 febrero 2012).

INEGI, 2009a. *Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos. Tula de Allende, Hidalgo*, INEGI, México.

INEGI, 2009b. *Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos. Atotonilco de Tula, Hidalgo*, INEGI, México.

INEGI, 2009c. *Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos. Apaxco, México*, INEGI, México.

INEGI, 2010a. Censo de Población y Vivienda 2010, disponible en <http://www.censo2010.org.mx/>, consulta (09 diciembre 2011).

- INEGI, 2010b. "Consulta interactiva de datos". *Censos Económicos 2009*, <http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/espanol/proyectos/censos/ce2009/default.asp?s=est&c=14220>, INEGI, México, (01 febrero 2012).
- INEGI, 2011a. "Series que ya no se actualizan-sector manufacturero", *Banco de Información económica*, <http://dgcnesyp.inegi.org.mx>, (16 febrero 2011).
- INEGI, 2011b. "Serie manufacturas", *Banco de Información económica*, <http://dgcnesyp.inegi.org.mx>, (16 febrero 2011).
- INEGI, 2012a. *México en cifras. Información nacional, por entidad federativa y municipios*, <http://www.inegi.org.mx/sistemas/mexicocifras/default.aspx>, (27 septiembre 2012).
- INEGI, 2012b. *Sistema para la consulta de información censal 2010*, <http://gaia.inegi.org.mx/scince2/viewer.html>, (20 de junio de 2012).
- Instituto Nacional de Ecología/Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa [INE/UAM-I], 2008. "Diagnóstico de compuestos orgánicos volátiles y H<sub>2</sub>S en aire ambiente en la zona de Tula-Vito-Apaxco", Instituto Nacional de Ecología/Universidad Autónoma Metropolitana, México.
- International Monetary Fund [IMF], 2012. *World economic outlook*, International Monetary Fund, Washington, D.C.
- International Organization for Standardization, 2010. "Products", [http://www.iso.org/iso/iso\\_catalogue/management\\_standards/iso\\_9000\\_iso\\_14000.htm](http://www.iso.org/iso/iso_catalogue/management_standards/iso_9000_iso_14000.htm), (13 septiembre 2010).
- International Trade Centre, 2011a. "Principales países exportadores de cemento", *Trade Map*, <http://www.trademap.org>, (11 febrero 2011).
- International Trade Centre, 2011b. "Principales países importadores de cemento", *Trade Map*, <http://www.trademap.org>, (11 febrero 2011).

- International Trade Centre, 2011c. "Exportaciones mexicanas de cemento", *Trade Map*, <http://www.trademap.org>, (11 febrero 2011).
- International Trade Centre, 2011d. "Importaciones mexicanas de cemento", *Trade Map*, <http://www.trademap.org>, (11 febrero 2011).
- IUSS, 2007. *Base Referencial Mundial del Recurso Suelo. Primera actualización 2001. Informes sobre Recursos Mundiales de Suelos No. 103*, FAO, Roma.
- Jäguer, Jill, Lisa Bohunovsky y Johanna Binder (eds.), 2008. *Methods and Tools for Integrated Sustainability Assessment, Project Summary*, Sustainable Europe Reseach Institute, Viena.
- Johnson, Wilton, 1990. "Cement" en Bureau of Mines, *Minerals Yearbook 1990 (I)*, U.S. Bureau of Mines, pp. 231-258.
- Jones, Thomas M. y Andrew C. Wicks, 1999. "Convergent Stakeholder Theory", *The Academy of Management Review* 24 (2), pp. 206-221.
- Keynes, John Maynard, 2012[1936]. *The General Theory of Employment, Interest and Money*, Nueva York: Harcourt (trad. Eduardo Hornedo, *Teoría general de la ocupación, el interés y el dinero*, Fondo de Cultura Económica, México).
- Klassen, R.D. y C. P. McLaughlin, 1996. "The Impact of Environmental Management on Firm Performance", *Management Sciecie*, 42 (8), pp. 1199-1214.
- Kolstad, Charles D., 2001[2000]. *Enviromental Economics*, [s.l.i.], Oxford University Press, (trad. de Josefina Aldana Alfonso, *Economía ambiental*, México, Oxford University Press México).
- Lafarge, 2003. *Our Second Sustainability Report [2002]*, Lafarge, París.
- Lafarge, 2004. *Sustainability report 2003*, Short version, Lafarge, París.

- Lafarge, 2005. *Sustainability report 2004*, Lafarge, París.
- Lafarge, 2006. *Sustainability report 2005*, Lafarge, París.
- Lafarge, 2007. *Sustainability report 2006*, Lafarge, París.
- Lafarge, 2008. *Sustainability report 2007*, Lafarge, París.
- Lafarge, 2010a. "Lafarge worldwide", [http://www.lafarge.com/wps/portal/1\\_2\\_2-Lafarge\\_dans\\_le\\_monde?activite=All&pays=Mexique\\_\\_Mexico&currentZone=zone5#PC](http://www.lafarge.com/wps/portal/1_2_2-Lafarge_dans_le_monde?activite=All&pays=Mexique__Mexico&currentZone=zone5#PC), (08 septiembre 2010).
- Lafarge, 2010b. *2009. Sustainability report*, Lafarge, París.
- Lafarge, 2011. *Sustainability report 2010*, Lafarge, París.
- Lafarge, 2012. *Sustainability report 2011*, Lafarge, París.
- Lafarge, 2013. *Rapport Annuel. Document de Référence Lafarge 2012*, París.
- Lam, Patrick T.I., Edwin H.W. Chan, C.S. Poon, C.K. Chau y K.P. Chun, 2010. "Factors affecting the implementation of green specifications in construction", *Journal of Environmental Management* 91 (3), pp. 654-661.
- Lasserre, Philippe, 2007. The global cement industry, disponible en [http://www.philippelasserre.net/contenu/Download/Global\\_Cement\\_industry.pdf](http://www.philippelasserre.net/contenu/Download/Global_Cement_industry.pdf), (08 marzo 2011).
- Lazonick William y Mary O'Sullivan, 2000. "Maximizing shareholder value: a new ideology for corporate governance", *Economy and Society* 29 (1), pp. 13-35.
- Lechtenberg, Marie, 2012. "Top 20 global cement companies", *Global Cement Magazine*, 17 diciembre 2012, <http://www.globalcement.com/magazine/articles/741-top-20-global-cement-companies>, (19 marzo 2013).
- Leff, Enrique, 2008. *Discursos sustentables*, Siglo XXI, México.

- León Rodríguez, Jorge Arturo, Josefina Hernández Cervantes, Laura Alonso, Sayda Casique y Judith Caballero, 2010. "Afecciones en la salud de la población de Apaxco-Atotonilco expuesta a contaminantes emitidos por Ecoltec y las empresas que usan residuos industriales como combustible alterno. (Resultados preliminares)", disponible en: [http://ss1.webkreator.com.mx/4\\_2/000/000/058/f69/Avances-ECOLTEC-ESTUDIO.pdf](http://ss1.webkreator.com.mx/4_2/000/000/058/f69/Avances-ECOLTEC-ESTUDIO.pdf), (26 noviembre 2010).
- Manner, Mikko y John Gowdy, 2010. "The evolution of social and moral behavior: Evolutionary insights for public policy", *Ecological Economics* 69 (4), pp. 753-761.
- Martínez-Alier, Joan, Unai Pascual, Franck-Dominique Vivien y Edwin Zaccai, 2010. "Sustainable de-growth: Mapping the context, criticisms and future prospects of an emergent paradigm", *Ecological Economics* 69 (9), pp. 1741-1747.
- Mebratu, Desta, 1998. "Sustainability and sustainable development: historical and conceptual review", *Environ Impact Asses Rev* 18 (6), pp. 493-520.
- Minsky, Hyman P., 1992. "The Financial Instability Hypothesis", *Working Paper No. 74*, The Jerome Levy Economics Institute of Bard College, Annandale-on-Hudson, pp. 1-9.
- Miramontes, Pedro, 1999. "El estructuralismo dinámico", en Santiago Ramírez (coord.), *Perspectivas en las teorías de sistemas*, Siglo XXI, México, pp. 70-82.
- MIT Carbon Capture & Sequestration Technologies, 2013a. "About the MIT CC&ST program", <http://sequestration.mit.edu/index.html>, (04 de noviembre 2013).
- MIT Carbon Capture & Sequestration Technologies, 2013b. "CSI Sponsors", <http://sequestration.mit.edu/index.html>, (04 de noviembre 2013).

- Mokrzycki, Eugeniusz y Alicja Uliasz-Bocheńczyk, 2003. "Alternative fuels for the cement industry", *Applied Energy* 74 (1-2), pp. 95-100.
- Moldan, Bedřich, Stavana Janoušková, Tomáš Hák, 2012. "How to understand and measure environmental sustainability: Indicators and targets", *Ecological Indicators* 17, junio 2012, pp- 4-13.
- Munasinghe, Muhan y Wilfrido Cruz, 1995. "Economy wide Policies and the Environment. Lesson from Experience", *World Bank Environment Paper, no. 10*, The World Bank for Reconstruction and Development/The World Bank, Washington.
- Munasinghe, Muhan, 1993. "Economy wide Policies and the Environment. Lesson from Experience", *World Bank Environment Paper, no. 3*, The World Bank for Reconstruction and Development/The World Bank, Washington.
- Mwaiselage, Julius, Magne Brátveit, Bente Moen y Michel Yost, 2005. "Variability in Dust Exposure in a Cement Factory in Tanzania", *The Annals of Occupational Hygiene* 49 (6), pp. 511-519.
- Nooy de, Wouter, Andrej Mrvar y Vladimir Batagelj, 2005. *Exploratory Network Analysis with Pajek*, Cambridge University Press, Nueva York.
- ONNCCE, 2009. *NMX-C-414-ONNCCE-2004*, disponible en <http://www.onncce.org.mx/pdf/NMX-C-414-ONNCCE-20045.pdf>, (26 enero 2011)
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico [OCDE], 1996. *Prevención y Control de la Contaminación. Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes (RECT). Una herramienta para la política ambiental y el desarrollo sostenible. Manual guía para los gobiernos*, OCDE, París.

- Orhangazi, Özgür, 2008. "Financialisation and capital accumulation in the non-financial corporate sector: A theoretical and empirical investigation on the US economy: 1973-2003", *Journal of Economics* 32 (6), pp. 863-886.
- Oss, Hendrik G. van, 2011. "Cement" en US Geological Survey, *Minerals Yearbook 2009*, US Geological Survey/U.S. Department of the Interior, pp. 16.1-16.36.
- Oss, Hendrik G. van, 2012. "Cement" en US Geological Survey, *Minerals Yearbook 2010*, US Geological Survey/U.S. Department of the Interior, pp. 16.1-16.37.
- Oss, Hendrik G., 2000. "Cement" en US Geological Survey, *Minerals Yearbook 2000*, US Geological Survey [USGS], pp. 17.1-17.13 [y anexos s.n.].
- Pimentel, Arturo, 2008. *Sincronización y fenómenos colectivos: modelos de redes complejas y votantes*, Coplt ArXives, México.
- Pintér, László, Peter Hardi, André Martinuzzi y Jon Hall, 2012. "Bellagio STAMP: Principles for sustainability assessment and measurement", *Ecological Indicators* 17, junio 2012, pp. 20-28.
- Procuraduría Federal de Protección al Ambiente [PROFEPA], 2009. "Certificados emitidos PROFEPA 2009",  
[http://www.profepa.gob.mx/innovaportal/file/26/1/certificados\\_expedidos\\_2009\\_2.pdf](http://www.profepa.gob.mx/innovaportal/file/26/1/certificados_expedidos_2009_2.pdf), (17 mayo 2013).
- PROFEPA, 2010. "Certificados emitidos PROFEPA 2010",  
[http://www.profepa.gob.mx/innovaportal/file/26/1/certificados\\_expedidos\\_2010\\_2.pdf](http://www.profepa.gob.mx/innovaportal/file/26/1/certificados_expedidos_2010_2.pdf), (17 mayo 2013).
- PROFEPA, 2011a. "Certificados expedidos 1997-2010",  
[http://www.profepa.gob.mx/innovaportal/v/533/1/mx/certificados\\_expedidos.html](http://www.profepa.gob.mx/innovaportal/v/533/1/mx/certificados_expedidos.html), (25 enero 2011).

- PROFEPA, 2011b. "Certificados emitidos PROFEPA 2011",  
[http://www.profepa.gob.mx/innovaportal/file/26/1/certificados\\_expedidos\\_2011\\_2.pdf](http://www.profepa.gob.mx/innovaportal/file/26/1/certificados_expedidos_2011_2.pdf), (17 mayo 2013).
- PROFEPA, 2011c. "Acuerdo resolutivo de la Denuncia Popular contra ECOLTEC",  
*Oficio PFFPA/17.1/2C.28/004272/2011*, 05 de agosto de 2011, copia  
fotostática proporcionada por Misael Joel Hernández Monroy (denunciante).
- PROFEPA, 2012. "Certificados emitidos PROFEPA 2012",  
[http://www.profepa.gob.mx/innovaportal/file/26/1/certificados\\_expedidos\\_2012\\_2.pdf](http://www.profepa.gob.mx/innovaportal/file/26/1/certificados_expedidos_2012_2.pdf), (17 mayo 2013).
- PROFEPA, 2013. "Certificados expedidos 2013",  
[http://www.profepa.gob.mx/innovaportal/v/4636/1/mx/certificados\\_expedidos\\_2013.html](http://www.profepa.gob.mx/innovaportal/v/4636/1/mx/certificados_expedidos_2013.html), (12 agosto 2013):
- Pro-Salud Apaxco-Atotonilco, 2012. "Comunicado urgente", 31 octubre 2012,  
disponible en <http://www.apaxcoprosalud.org/?p=37>, (25 noviembre 2012).
- Rabl, A., 2000. *Criteria for limits on the emission of dust from cement kilns that burn waste as fuel*, Ecole des Mines de Paris/ARMINES, París. 180
- Rehan, R. y M. Nehdi, 2005. "Carbon dioxide emissions and climate change: policy implications for the cement industry", *Environmental Science & Policy* 8 (2), pp. 105-114.
- Rojas, Rosa, 2013a. "No instalará Mareña Renovables parque eólico en Dionisio del Mar", *La Jornada*, 18 de febrero de 2013, p. 39.
- Rojas, Rosa, 2013b. "Acuerdo comunitario para frenar parque eólico en el área de Juchitán", *La Jornada*, 5 de mayo de 2013, p. 36.
- Rotmans, Jan, 2005. "Tools for Integrated Sustainability Assessment: a two-track approach", *MATISSE Working Papers* (4), Methods and Tools for Integrated Sustainability Assessment (MATISSE), Viena.

- Rowley, Timothy J., 1997. "Moving beyond Dyadic Ties: A Network Theory of Stakeholder Influences", *The Academy of Management Review* 22 (4), pp. 887-910.
- Sánchez, y Gándara Arturo, 2011. *Conceptos básicos de gestión ambiental y desarrollo sustentable*, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT)/Instituto Nacional de Ecología (INE-SEMARNAT)/Asociación para el Desarrollo Integral de la Región de Misantla/S y G, México.
- Santos, Rita, Ronald Wennersten, Eduardo B.L. Oliva y Walter Leal Filho, 2009. "Strategies for competitiveness and sustainability: Adaptation of a Brazilian subsidiary of a Swedish multinational corporation", *Journal of Environmental Management* 90 (12), pp. 3708-3716.
- Scheffran, Jürgen, 2006. "Tools for Stakeholder Assessment and Interaction" en Susanne Stoll-Kleenmann y Martin Welp (Eds.), *Stakeholder Dialogues in Nature Resources Management: Theory and Practice*, Springer Berlin Heidelberg, Nueva York, pp. 153-185.
- Schneider, M., M. Romer, M. Tschudin y H. Bolio, 2011. "Sustainable cement production-present and future", *Cement and Concrete Research* 41 (7), pp. 642-650.
- Secretaría de Energía, 2010a. "Balance nacional de energía 2009: consumo de energía en el sector industrial", *Sistema de información energética*, <http://sie.energia.gob.mx>, (20 febrero 2011).
- Secretaría de Energía, 2010b. "Balance nacional de energía 2009: consumo final de energía por sector", *Sistema de información energética*, <http://sie.energia.gob.mx>, (20 febrero 2011).
- Secretaría de Energía, 2012a. "Balance nacional de energía 2011: consumo de energía en el sector industrial", *Sistema de información energética*,

<http://sie.energia.gob.mx/bdiController.do?action=cuadro&cvecua=IE7C04>,  
(05 agosto 2013).

Secretaria de Energía, 2012b. “Balance nacional de energía 2011: consumo final de energía por sector”, *Sistema de información energética*, <http://sie.energia.gob.mx/bdiController.do?action=cuadro&cvecua=IE7C04>,  
(05 agosto 2013).

SEMARNAT *et al.*, 2010a. “Acerca del programa”, *Programa GEI México*,  
<http://www.geimexico.org/acerca.html>, (22 junio 2010).

SEMARNAT *et al.*, 2010b. “Reportes de Inventario”, *Programa GEI México*,  
<http://www.geimexico.org/reportes.html>, (22 de junio de 2010 y 12 enero 2011).

SEMARNAT *et al.*, 2012. “Cooperativa la Cruz Azul. Reporte Corporativo GEI 2010”, *Programa GEI México*, <http://www.geimexico.org/reportes.html>, (26 noviembre 2012).

SEMARNAT, 2002. “NOM-040-ECOL-2002”, *Diario Oficial*, México, 18 diciembre 2002.

SEMARNAT, 2003. “NOM-040-SEMARNAT-2002”, *Diario Oficial de la Federación*, México, 23 abril 2003.

SEMARNAT, 2004. “NOM-040-SEMARNAT-2002”, *Diario Oficial de la Federación*, México, 20 abril 2004.

SEMARNAT, 2006. *Gestión ambiental en México*, Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales, México, pp. 468.

SEMARNAT, 2009a. “Serie: por grupo de contaminantes y sector”, *Registro de emisiones y transferencia de contaminantes (RETC)*, <http://app1.semarnat.gob.mx/retc/retc/index.php>, (22 abril 2011).

- SEMARNAT, 2009b. "Serie: por grupo de contaminantes y estado", *Registro de emisiones y transferencia de contaminantes (RETC)*, <http://app1.semarnat.gob.mx/retc/retc/index.php>, (22 abril 2011).
- SEMARNAT, 2009c. "Serie: por grupo de contaminantes y empresa", *Registro de emisiones y transferencia de contaminantes (RETC)*, <http://app1.semarnat.gob.mx/retc/retc/index.php>, (22 abril 2011).
- SEMARNAT, 2010. "Tramites-Rubro 3. Coprocesamiento de residuos peligrosos industriales", [http://app2.semarnat.gob.mx/tramites/index.php?option=com\\_content&view=article&id=532&Itemid=128](http://app2.semarnat.gob.mx/tramites/index.php?option=com_content&view=article&id=532&Itemid=128), (27 abril 2011).
- SEMARNAT, 2011. "Zona Metropolitana de Tula y Tepeji del Río de Ocampo, Hgo." en *Cuarto almanaque de datos y tendencias de la calidad del aire en 20 ciudades mexicanas (2000-2009)*, SEMARNAT, México, pp. 343-350.
- SEMARNAT, 2013a. *Estrategia Nacional de Cambio Climático Visión 10-20-40*, Semarnat, México.
- SEMARNAT, 2013b. "Resumen RETC 2004-2011", *Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes [RECT]*, <http://app1.semarnat.gob.mx/retc/retc/index.php>, (10 julio 2013).
- SEMARNAT/CEPAL, 2007. *Evaluación de externalidades ambientales del sector energía en las zonas críticas de Tula y Salamanca*, SEMARNAT/CEPAL, México, 67 p.
- Sepúlveda Sánchez, José David, 2008. Análisis morfológico y químico elemental de las partículas suspendidas de las regiones de Tula y Salamanca. (Informe final del estudio), Instituto Nacional de Ecología/Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa, 26 pp. + resultados integrados
- Sheinbaum, Claudia y Leticia Ozawa, 1998. "Energy use and CO<sub>2</sub> emissions for Mexico's cement industry", *Energy* 23 (9), pp. 725-732.

Singh, Rajesh Kumar, H.R. Murty, S.K. Gupta y A.K. Dikshit, 2012. "An overview of sustainability assessment methodologies", *Ecological Indicators* 15 (1), pp. 281-299.

Sistema electrónico de negociación de derechos de emisión de dióxido de carbono [SENDECO<sub>2</sub>], 2011. "Precios CO<sub>2</sub>. CER 2011", [http://www.sendeco2.com/es/precio\\_co2.asp?ssidi=1](http://www.sendeco2.com/es/precio_co2.asp?ssidi=1), (28 junio 2013).

Slinger, Giles, 1999. "Spanning the Gap –the theoretical principles that connect stakeholder policies to business performance", *Corporate Governance* 7 (2), pp. 136-151.

Smith, Adam, 2012[1776]. *An Inquiry into the nature and Causes of the Wealth of Nations*, (trad. Gabriel Franco, *Investigación sobre la naturaleza y causas de la riqueza de las naciones*, Fondo de Cultura Económica, México).

Solomon, Cheril, 1994. "Cement" en US Geological Survey, *Minerals Yearbook 1994*, pp. 1-20.

Sterner, Thomas, 1990. "Energy Efficiency and Capital Embodied Technical Change. The Case of Mexican Cement Manufacturing", *The Energy Journal* 11 (2), pp. 155-167.

Steurer, R., 2006. "Mapping Stakeholder Theory Anew: From the 'Stakeholder Theory of the Firm' to Three Perspectives on Business-Society Relations", *Business Strategy and the Environment* 15 (1), pp.55-69.

Stewart, Ian, 1989. *Does God Play Dice? The New Mathematics of Chaos*, Penguin Books Ltd., Harmondsworth, (trad. de Miguel Ortuño, Jesús Ruiz Martínez y Rafael García, trad. revisada de Javier García Sanz, *¿Juega Dios a los dados?* 2001 [2007], Barcelona, Crítica, 443 pp.).

Strazza, C., A. Del Borghi, M. Gallo y M. Del Borghi, 2011. "Resource productivity enhancement as means for promoting cleaner production: analysis of co-

incineration in cement plants through a life cycle approach” *Journal of Cleaner Production* 19 (14), pp. 1615-1621.

Strogatz, Steven H., 1994. *Nonlinear Dynamics and Chaos. With Applications to Physics, Biology, Chemistry, and Engineering*, Perseus Books, Massachusetts.

Strogatz, Steven H., 2001. “Exploring complex networks”, *Nature* 410 (3), pp. 268-276.

The Natural Conservancy, Conservation International, Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit, Rainforest Alliance y World Wildlife Fund, 2009. *Curso Introductorio sobre la Reducción de las Emisiones de la Deforestación y Degradación (REDD): Manual de Recursos del Participante*, [s.l.i.].

Thomson, Adam, 2012. “Cemex: breathing easier”, *Financial Times*, 24 agosto de 2012, [blogs.ft.com/beyond-brics/2012/08/24/Cemex-breathing-easier/#axzz2M2EYY0qz](http://blogs.ft.com/beyond-brics/2012/08/24/Cemex-breathing-easier/#axzz2M2EYY0qz), (26 febrero 2013).

Udo, Victor E. y Peter Mark Jansson, 2010. “Bridging the gaps for global sustainable development: A quantitative analysis”, *Journal of Environmental Management* 90 (12), pp. 3700-3707.

Ugarte, Jesús, 2013. “Slim y Del Valle muestran su fortaleza”, *CNN Expansión*, 14 de enero de 2013, <http://www.cnnexpansion.com/negocios/2013/01/11/fortaleza-de-slim-dara-flujos-de-80-mdd>, (15 marzo 2013).

UNEP, 2011. *Towards a Green Economy: Pathways to Sustainable Development and Poverty Eradication*, United Nations Environment Programme, Nairobi, Kenya.

United Nations [UN], 1987. *Report of the World Commissions on Environment and Development: Our Common Future*, Oslo, disponible en: <http://www.un-documents.net/our-common-future.pdf>, (01 diciembre 2012).

United Nations Conference on Trade and Development [UNCTAD], 2013a. “Annex Table 28 – The world’s top 100 non-financial TNCs, ranked by foreign assets, 2012”, *World Investment Report 2013: Annex Tables*, 26 junio 2013, <http://unctad.org/en/Pages/DIAE/World%20Investment%20Report/Annex-Tables.aspx>, UNCTAD, Génova, (28 junio 2013).

United Nations Conference on Trade and Development [UNCTAD], 2013b. “Annex Table 29 – The top 100 non-financial TNCs from developing and transition economies, ranked by foreign assets, 2011”, *World Investment Report 2013: Annex Tables*, 26 junio 2013, <http://unctad.org/en/Pages/DIAE/World%20Investment%20Report/Annex-Tables.aspx>, UNCTAD, Génova, (28 junio 2013).

Vazquez Brust, Diego Alfonso y Catherine Liston-Heyes, 2010. “Environmental management intentions: An empirical investigation of Argentina’s polluting firms”, *Journal of Environmental Management* 91 (5), pp. 1111-1122.

Vélez Ascencio, Octavio e Hiram Moreno, 2013. “Bloquean obras de parque eólico de Gas Natural Fenosa en Oaxaca”, *La Jornada*, 20 de mayo de 2013, p 28.

Vélez, Octavio, 2013. “Pese a prohibición, Mareña reinicia obras de parque eólico en Oaxaca”, *La Jornada*, 9 de abril de 2013, p. 34.

Vera Martínez, Paola Selene y Carlos Jacobo, 2011. “Exportaciones y presencia de la industria cementera de México en el mercado de Estados Unidos”, en *Memoria del XVI Congreso Internacional de Contaduría y Administración e Informática*, FCA-UNAM, octubre de 2011, México.

Vera Martínez, Paola Selene, 2012. “Sustentabilidad y empresa: el conflicto entre las partes interesadas y el accionista”, en *Memoria del XVII Congreso*

*Internacional de Contaduría y Administración e Informática*, FCA-UNAM, octubre de 2012, México.

Vera Martínez, Paola Selene, 2013. “Análisis de las variables que influyen en la opinión de los habitantes de la región Tula-Atotonilco-Apaxco sobre la gestión ambiental y los impactos relacionados con la fabricación de cemento”, en *Memoria del XVIII Congreso Internacional de Contaduría y Administración e Informática*, FCA-UNAM, octubre de 2013, México.

Vera, Paola S., 2012. “La sustentabilidad y la teoría de las partes interesadas bajo el enfoque de los sistemas complejos” en Alfredo Díaz Mata (Coord.), *El enfoque de la complejidad. Diversas perspectivas*, Publicaciones Empresariales de la Facultad de Contaduría y Administración-UNAM/DGAPA, México.

Webb, Alex, 2013. “HeidelbergCemen Beats Analyst Estimates on Procing”, *Bloomberg*, 07 de febrero 2013, [s.p.], (27 febrero 2013).

World Business Council for Sustainable Development (WBCSD), 2002a. *The cement sustainability initiative, our agenda for action*, WBCSD, Ginebra.

World Business Council for Sustainable Development (WBCSD), 2002b. *La iniciativa para la sostenibilidad del cemento, nuestra agenda de acción. Resumen ejecutivo*, WBCSD, Stevenage, Hertfordshir.

World Business Council for Sustainable Development (WBCSD), 2010. “Cement Sustainability Initiative”,  
<http://www.wbcSD.org/templates/TemplateWBCSD5/layout.asp?type=p&MenuId=NzY&doOpen=1&ClickMenu=LeftMenu>, (04 mayo 2010).

World Business Council for Sustainable Development-Cement Sustainability Initiative (WBCSD-CSI), 2013. *CSI-Getting the Numbers Right*, disponible en <http://www.wbcSDcement.org/GNR-2010/index.html>, (21 enero 2013).

- World Business Council for Sustainable Development-Cement Sustainability Initiative (WBCSD-CSI), 2005. *Environmental and social impact assessment (ESIA) guidelines*, WBCSD, Ginebra.
- World Health Organization (WHO), 2006. *Air Quality Guidelines. Global Update 2005*, WHO, Ginebra.
- Worrell, Ernst, Lynn Price, Nathan Martin, Chris Hendriks y Leticia Ozawa Meida, 2001. "Carbon dioxide emissions from the global cement industry", *Annual Review of Energy and the Environment* 26, pp. 303-329.
- Yahoo Finanzas, 2013a. "Precios históricos: serie CEMEXCPO.MX", <http://mx.finanzas.yahoo.com/>, (31 mayo de 2013).
- Yahoo Finanzas, 2013b. "Precios históricos: serie LG.PA", <http://mx.finanzas.yahoo.com/>, (31 mayo de 2013).
- Yahoo Finanzas, 2013c. "Buscar símbolos y cotizaciones: Lafarge", <http://mx.finanzas.yahoo.com/>, (31 mayo de 2013).
- Yahoo Finanzas, 2013d. "Buscar símbolos y cotizaciones: Holcim", <http://mx.finanzas.yahoo.com/>, (31 mayo de 2013).
- Yahoo Finanzas, 2013e. "Buscar símbolos y cotizaciones: Cemex", <http://mx.finanzas.yahoo.com/>, (31 mayo de 2013).
- Yang Chun-Yuh, Chih-Ching Chang, Shang-Shyue Tsai, Hung-Yi Chuang, Chi-Kung Ho, Trong-Neng Wu y Fung-Chang Sung, 2003. "Preterm delivery among people living around Portland cement plants", *Environmental Research* 92 (1), pp. 64-68.

# Anexos

---

## Anexo 1 Metodología de la investigación

---

### Investigación documental y mixta

Análisis crítico

Literatura sobre sustentabilidad,  
grupos de interés, financiarización y  
sistemas complejos

Análisis financiero

Informes de desarrollo sustentable y  
reportes financieros

Análisis descriptivo

Encuesta a hogares

Análisis factorial

Entrevistas

Escala de evaluación

Reglas y agentes  
(Análisis teórico y empírico)

Modelo basado en agentes

---

Fuente: elaboración propia.

**Anexo 2**  
**Lista de índices sobre sustentabilidad**

Nombre	Número de sub- indicadores
1 Indicador sintético de innovación	17
2 Índice del mercado interior (Internal Market Index)	19
3 Indicador del clima de negocios	5
4 La inversión en la economía basada en el conocimiento	7
5 Rendimiento en la economía basada en el conocimiento	7
6 La intensidad relativa de los problemas regionales en la Comunidad	3
7 Indicador del sentimiento económico	4
8 Indicadores líderes compuestos	El número varía entre los Estados miembros
9 Tecnologías de la información y la comunicación	5
10 Índice de Sustentabilidad Ambiental	68
11 Índice de Desarrollo Humano	3
12 Índice de adelanto tecnológico	8 ( agrupados en 4 sub-índices)
13 El logro del Sistema de Salud general	5
14 Dos "índices ambientales sintéticos"	22
15 Capacidad nacional de innovación	8
16 Indicador general de ciencia y tecnología	13
17 El éxito en el proceso de mejora de software	14
18 Desempeño del mercado laboral europeo	3
19 Eco-indicador 99	3
20 La preocupación por los problemas ambientales	11
21 Desempeño de los sistemas nacionales de cuidado de la salud	6
22 Índice de sustentabilidad y bienestar económico	20
23 Índice de compatibilidad medioambiental (Index of Environmental Friendliness)	11
24 Indicador del desempeño de la política ambiental	6 temas compuestos por indicadores simples
25 Índice Planeta Vivo (Living Planet Index)	2 000 poblaciones de más de 11 000 especies
26 Huella ecológica	6
27 Índice de desarrollo de ciudades	5
28 Índice de desempeño ambiental	Seis categorías de políticas
29 Índice de vulnerabilidad ambiental	50
30 Índice de bienestar (Well Being Index)	87
31 Índice compuesto de desempeño ambiental	Cinco categorías; 59 indicadores
32 Índice compuesto de desarrollo sustentable	Tres categorías; 38 indicadores
33 Índice de sustentabilidad de productos de Ford en Europa	8
34 Índice de ahorro genuino (Genuine Savings Index)	3 capitales
35 Índice de desempeño sustentable	5
36 Compass Index of Sustainability	Cuatro categorías de indicadores
37 ITT Flygt Sustainability Index	40
38 Índice de calidad ambiental	Basado en atributos múltiples
39 Índice del ciclo de vida (Life Cycle Index)	Cuatro categorías; 21 indicadores
40 G Score	Cinco categorías
41 Índice de sociedad sustentable (Sustainable Society Index, SSI)	Cinco categorías; 22 indicadores

Fuente: Rajesh Kumar Singh et al., 2012, "An overview of sustainability assessment methodologies", *Ecological Indicators* 15 (1), pp. 296-297.

**Anexo 3**  
**Principales países exportadores de cemento\*, 2006-2009**

(Millones de toneladas, Mt)

País exportador	2006	2007	2008	2009
1 Turquía	6.8	7.9	13.7	20.4
2 China	36.1	33.0	26.0	15.6
3 Tailandia	15.0	18.6	15.9	15.1
4 Japón	10.1	9.6	10.9	10.7
5 Pakistán	1.9	4.6	9.3	10.3
6 Taipei Chino	6.7	7.4	7.6	8.2
7 Alemania	7.3	8.0	8.3	7.0
8 Corea	6.2	6.3	6.5	4.7
9 Grecia	3.4	3.7	4.0	4.2
10 Indonesia	7.3	6.4	4.3	4.1
<b>23 México</b>	<b>3.0</b>	<b>2.5</b>	<b>2.3</b>	<b>1.1</b>
Mundo	195.3	194.0	650.2	149.7

Fuente: elaborado con base en International Trade Centre, 2011a, "Principales países exportadores de cemento", *Trade Map*, <http://www.trademap.org>, (11 febrero 2011).

(\*) La clasificación tiene como referencia el año 2009.

Nota: de acuerdo con la fuente consultada, Malasia exportó 483.6 Mt de cemento en 2008, cifra que repercute en el total mundial y que parece anómala al considerar los demás valores de la serie.

**Anexo 4**  
**Principales países importadores de cemento\*, 2006-2009**

(Millones de toneladas)

	2006	2007	2008	2009
1 Estados Unidos	35.9	22.7	11.5	6.9
2 Bangladesh	7.1	7.2	5.3	6.5
3 Iraq	4.5	4.1	3.4	5.7
4 Singapur	3.0	3.8	4.4	4.8
5 Angola	n.d.	1.6	3.0	3.8
6 Viet Nam	3.7	n.d.	n.d.	3.7
7 Francia	3.7	4.7	4.4	3.5
8 Italia	4.6	4.4	3.5	3.4
9 República Árabe Siria	2.8	2.6	2.3	3.2
10 Emiratos Árabes Unidos	6.2	6.8	5.7	3.2
<b>151 México</b>	<b>0.1</b>	<b>0.1</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>
Mundo	182.0	n.d.	n.d.	n.d.

Fuente: elaborado con base en International Trade Centre, 2011b, "Principales países importadores de cemento", *Trade Map*, <http://www.trademap.org>, (11 febrero 2011).

(\*) La clasificación tiene como referencia el año 2009.

## Anexo 5

### Materiales sustitutos del clinker

Material sustituto	Fuente	Características positivas	Características limitantes
Escoria de alto horno	Producción de hierro o acero	Mayor fuerza a largo plazo y mejor resistencia química	Baja resistencia inicial y mayor demanda de energía eléctrica para la molienda
Cenizas volantes	Gases de combustión de los hornos de carbón	Baja demanda de agua, manejabilidad mejorada, mayor fuerza a largo plazo, mejor durabilidad (dependiendo de la aplicación)	Baja resistencia inicial, la disponibilidad podría reducirse debido a los cambios de las fuentes de combustibles en el sector energético
Puzolanas naturales (ej., cenizas volcánicas), cenizas de cascara de arroz, humo de sílice	Volcanes, algunos sedimentos rocosos, otras industrias	Contribuye a desarrollar la fuerza, puede mostrar mejor manejabilidad, mayor fuerza a largo plazo y mejor resistencia química	Más puzolanas naturales pueden conducir a reducir la resistencia inicial, las propiedades del cemento pueden variar significativamente
Puzolanas artificiales (ej., arcilla calcinada)	Manufacturas específicas	Similar a las puzolanas naturales	La calcinación requiere energía térmica extra y eso reduce los efectos positivos de abatimiento de CO <sub>2</sub>
Piedra caliza	Canteras	Manejabilidad (factibilidad) mejorada	Mantener la fuerza puede requerir mayor energía para la molienda del clinker

Fuente: Adaptado de CSI-IEA, 2009, *Cement Technology Roadmap 2009. Carbon emissions reductions up to 2050*, CSI-IEA, p.12.

**Anexo 6**  
**Emisiones del sector cemento y cal a nivel nacional**

(Toneladas anuales)

Contaminante		2004	2005	2006	2007	2008	2009
Compuestos orgánicos persistentes COPs	Hexaclorobenceno						
	Bifenilos policlorados			26 929 805			
	Clordano	1.206					
	Endrin		3.91E-06				
	Heptacloro		0.0000037				
	Toxafeno						
	Dioxinas			1.52E-05	8.54E-06	0.009	
	Furanos				0.0000034	6.20E-07	1.81E-06
Gases de efecto invernadero GEI	Oxido nitroso					14.4	2 678
	Bióxido de carbono		7 344 953	4 830	25 517 532	25 887 063	22 064 928
	Hexafluoruro de azufre				118	118	
	Metano	3.112	0.101				0.000035
	Hidrofluorocarbonos						
Metales	Mercurio			0.367	0.618	0.534	0.46
	Arsénico	1.182	0.365	0.042	2.819	0.119	0.009
	Cadmio		0.468	0.02	0.419	0.035	0.19
	Arsénico (compuestos)	0.02	0.006		1.287	0.01	
	Cadmio (compuestos)	0.286	0.041	0.091	0.002	0.048	
	Cromo (compuestos)		0.963	1.056	1.159	1.099	0.876
	Mercurio (compuestos)	0.415	0.405		0.487	0.412	0.116
	Níquel (compuestos)				0.437	0.09	0.095
	Plomo (compuestos)					95.44	

Fuente: elaboración propia con datos de SEMARNAT, 2009a, "Serie: por grupo de contaminante y sector ", *Registro de emisiones y transferencia de contaminantes (RETC)*, <http://app1.semarnat.gob.mx/retc/retc/index.php>, (22 abril 2011).

**Anexo 7**  
**Emisiones totales en Hidalgo**  
(Toneladas anuales)

Contaminante		2004	2005	2006	2007	2008	2009
Compuestos orgánicos persistentes COPs	Hexaclorobenceno						
	Bifenilos policlorados			24 859 492			
	Clordano	0.459					
	Endrin	2.30E-05					
	Heptacloro	3.576					
	Toxafeno						
	Dioxinas						6.70E-07
	Furanos		3.322		4.90E-07	4.50E-08	4.60E-08
Gases de efecto invernadero GEI	Oxido nitroso						16.137
	Bióxido de carbono		3 584 653	11 973	19 692 385	16 362 111	17 784 130
	Hexafluoruro de azufre						
	Metano	0.027	0.008		0.004	1 552	3 415
	Hidrofluorocarbonos						
Metales	Mercurio			0.01	0.045	0.148	0.051
	Arsénico			7.245			0.145
	Cadmio		0.104		0.072	0.106	0.056
	Arsénico (compuestos)	0.204	4.241		6.434	0.269	0.000065
	Cadmio (compuestos)	0.133	0.00038	0.141	0.001	0.002	
	Cromo (compuestos)		0.337	0.16	0.392	0.268	0.175
	Mercurio (compuestos)	0.181	0.011	135.61	0.029	0.066	0.001
	Níquel (compuestos)				0.239	7.547	0.061
	Plomo (compuestos)						0.285

Fuente: elaboración propia con datos de SEMARNAT, 2009b, "Serie por grupo de contaminante y estado", *Registro de emisiones y transferencia de contaminantes (RETC)*, <http://app1.semarnat.gob.mx/retc/retc/index.php>, (22 abril 2011).

**Anexo 8**  
**Emisiones totales en el Estado de México**  
(Toneladas anuales)

Contaminante		2004	2005	2006	2007	2008	2009
Compuestos orgánicos persistentes COPs	Hexaclorobenceno						
	Bifenilos policlorados			26 630 347			
	Clordano	2.152		0.024			
	Endrin	3.80E-08		0.987	0.998		
	Heptacloro	17.751	9.50E-07				
	Toxafeno	0.004	0.005	0.951		1.089	
	Dioxinas					0.000085	2.29E-07
	Furanos	0.147	9.131		1.02E-07	9.00E-09	7.00E-09
Gases de efecto invernadero GEI	Oxido nitroso					2 400	2 400
	Bióxido de carbono		5 994 003	2 431	8 709 531	35 718 514	15 253 918
	Hexafluoruro de azufre						
	Metano	0.259	0.159	5.00E-08	14.31	249 679 661	55.626
	Hidrofluorocarbonos				0.095	0.101	1.232
Metales	Mercurio			0.108	0.06	0.047	0.042
	Arsénico			0.189	0.017	0.001	0.5
	Cadmio		0.238	0.005	4.119	0.126	4.069
	Arsénico (compuestos)	0.372	0.048	0.008	2.254	0.02	0.011
	Cadmio (compuestos)	1.098	0.002	0.463		0.054	0.003
	Cromo (compuestos)		0.604	3.043	1.383	0.552	1.773
	Mercurio (compuestos)	0.004	0.008	55.466	0.059	0.405	0.359
	Níquel (compuestos)				1.16	0.67	12.971
	Plomo (compuestos)			0.038	0.002	0.00045	26.481

Fuente: elaboración propia con datos de SEMARNAT, 2009b, "Serie por grupo de contaminantes y estado", *Registro de emisiones y transferencia de contaminantes (RETC)*, <http://app1.semarnat.gob.mx/retc/retc/index.php>, (22 abril 2011).

**Anexo 9**  
**Cruz Azul, planta Hidalgo. Producción de cemento y emisión de CO<sub>2</sub>, según fuente.**

(Toneladas, miles)

Año	Producción de clinker	Emisión de CO <sub>2</sub> , según fuente.										
		Unidades estacionarias						Unidades móviles			Total de emisiones directas alcance 1	Por consumo de energía eléctrica (emisiones indirectas alcance 2)
		Por producción de clinker	Por consumo de combustóleo	Por consumo de coque de petróleo	Por consumo de gas natural	Por consumo de diesel en calderas	Total de emisiones provenientes de unidades estacionarias	Por consumo de diesel	Por consumo de gasolina	Total de emisiones provenientes de unidades móviles		
2000	2 398	1 258	606	0	57.1	0.489	1 922	6.438	0.891	7.33	<b>1 929</b>	207
2001	2 381	1 250	638	0	53.6	0.523	1 942	8.865	1.042	9.91	<b>1 952</b>	225
2002	2 377	1 248	571	0	71.5	0.455	1 891	4.010	0.739	4.75	<b>1 896</b>	213
2003	2 272	1 193	602	0	58.6	0.312	1 854	3.100	0.839	3.94	<b>1 858</b>	203
2004	2 320	1 218	623	0	34.7	0.411	1 876	2.337	0.890	3.23	<b>1 879</b>	194
2005	2 376	1 247	673	0	23.3	0.373	1 944	1.978	0.849	2.83	<b>1 946</b>	203
2006	2 578	1 354	616	0	89.4	0.372	2 060	1.940	0.810	2.75	<b>2 063</b>	194
2007	2 363	1 241	560	0	48.9	0.325	1 850	2.162	0.805	2.97	<b>1 853</b>	184
2008	2 289	1 202	281	391	48.7	0.292	1 923	1.972	0.684	2.66	<b>1 926</b>	167
2009	2 463	1 293	273	406	81.0	0.049	2 053	1.733	0.671	2.40	<b>2 055</b>	189
2010	2 363	1 240	52	598	137.1	0.025	2 027	1.874	0.665	2.54	<b>2 030</b>	181

Fuente: elaborado con datos de SEMARNAT et al., 2012. "Cooperativa la Cruz Azul. Reporte Corporativo GEI 2010", *Programa GEI México*, <http://www.geimexico.org/reportes.html>, (26 noviembre 2012).

## Anexo 10

### Cuestionario dirigido a familias cercanas a las plantas de cemento

Objetivo: conocer la percepción de los habitantes cercanos a las plantas de cemento en relación a la gestión ambiental que llevan a cabo las empresas cementeras.

**Datos generales del informante:**

1. Sexo: F ( ) M ( )
2. Edad: \_\_\_\_ años
3. Tiempo de residencia en la localidad: \_\_\_\_\_ años.
4. Trabaja actualmente
  - a) Sí ( )
  - b) No ( )
5. En caso afirmativo, especifique en donde:

Industria	Comercio	Servicios
( ) Concreto	( ) Distribución de materiales de construcción	( ) Educativo
( ) Cal y arena		( ) Oficina gubernamental
( ) Construcción		( ) Transporte de carga
( ) Refinería		( ) Transporte de pasajeros
( ) Cemento		( ) Turísticos
( ) Termoeléctrica		
( ) Otro _____	( ) Otro _____	( ) Otro _____

6. ¿Tiene familiares que trabajen para empresas cementeras u otras relacionadas con esta industria, por ejemplo en caleras, distribuidor minorista de materiales para la construcción, concreteras, etc.?
  - a) Sí ( )
  - b) No ( )
  - c) No sé ( )

**Datos generales de la familia**

7. Número de miembros que residen en su hogar: \_\_\_\_\_

		(a)	(b)	(c)	(d)
#	Parentesco	Sexo F M	Edad	Escolaridad	Ocupación
		( ) ( )			
		( ) ( )			
		( ) ( )			
		( ) ( )			
		( ) ( )			

8. Ingreso familiar promedio mensual: \_\_\_\_\_

**Continuación anexo 10**

Por favor indique la opción que refleje su opinión con respecto a la situación ambiental actual en comparación con la que se tenía hace diez años (en Tula, Atotonilco o Apaxco):

9. La calidad del aire en la localidad ahora es:  
 a) Mucho mejor ( )    b) Mejor ( )    c) Igual ( )    d) Peor ( )    e) Mucho peor ( )

10. La calidad del agua en la localidad ahora es:  
 a) Mucho mejor ( )    b) Mejor ( )    c) Igual ( )    d) Peor ( )    e) Mucho peor ( )

Continuando con la comparación de la situación ambiental actual con respecto a la que se tenía hace diez años (en Tula, Atotonilco o Apaxco) indique la opción que mejor refleje su opinión

1 = Mucho mayor    2= Mayor    3= Igual    4= Menor    5= Mucho menor

- |  |   |   |   |   |   |
|--|---|---|---|---|---|
| 11. El ruido en la localidad ahora es  | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 12. El número de personas con enfermedades respiratorias en la localidad ahora es  | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 13. El número de personas con cáncer en la localidad ahora es  | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 14. El número de personas con enfermedades de riñón en la localidad ahora es   | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 15. El número de personas con asma en la localidad ahora es  | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 16. El número de personas con diabetes ahora es  | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 17. El número de personas que ahora usan lentes en la localidad ahora es   | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 18. El ruido que proviene de las plantas de cemento ahora es   | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 19. El polvo que proviene de las plantas de cemento ahora es   | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 20. Los malos olores provenientes de las plantas de cemento ahora son  | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 21. El número de accidentes por derrames de sustancias químicas ahora son  | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 22. El humo que proveniente de las chimeneas de las plantas de cemento ahora es  | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 23. El polvo que lanzan los camiones que transportan el material o el producto de las plantas de cemento ahora es  | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 24. El humo del escape de los camiones que transportan el material o el producto de las plantas de cemento ahora es  | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 25. El número de accidentes automovilísticos en los que están involucrados los camiones que transportan el material o el producto de las plantas de cemento ahora es | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |

**Continuación anexo 10**

Indique la opción que considere conveniente a cada una de las siguientes afirmaciones:

1= Sí

2= No

3= No sé

- |  |   |   |   |
|--|---|---|---|
| 26. Las autoridades municipales monitorean la calidad del aire en la localidad   | 1 | 2 | 3 |
| 27. Las autoridades municipales instrumentan programas de disminución y mitigación de la contaminación en la localidad                                       | 1 | 2 | 3 |
| 28. Las autoridades estatales coordinan y apoyan los esfuerzos municipales para disminuir y mitigar la contaminación en la localidad                         | 1 | 2 | 3 |
| 29. Existe interés de las autoridades federales para llevar a cabo en esta localidad programas para disminuir y mitigar la contaminación                     | 1 | 2 | 3 |
| 30. Las autoridades municipales, estatales y federales llevan a cabo acciones de vigilancia y sanción en materia ambiental en las industrias de la localidad | 1 | 2 | 3 |
| 31. El distintivo de industria limpia que han recibido las plantas de cemento es coherente con las acciones que se perciben de ellas en materia ambiental    | 1 | 2 | 3 |
| 32. La quema de residuos, como llantas y aceites usados, en los hornos de cemento es peligrosa   | 1 | 2 | 3 |
| 33. Las empresas cementeras llevan a cabo acciones favorables al ambiente  | 1 | 2 | 3 |

34. ¿Usted o algún miembro de su familia padece alguna de las enfermedades que enseguida se enuncian?

Según sea el caso, especifique el tipo de enfermedad y el tiempo de padecimiento.

Parentesco	(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)	(g)
	Peso Bajo Sobre		Diabetes tipo:	Respiratorias	Cardiacas	Cáncer	De riñón
Entrevistado	( )	( )					
Esposo(a)	( )	( )					
Hijo(a)	( )	( )					
Hijo(a)	( )	( )					
Padre	( )	( )					
Madre	( )	( )					
Otro	( )	( )					

35. ¿Usted o algún miembro de su familia usa lentes?

a) Sí ( )

b) No ( )

36. Indique quién, el motivo y tiempo del uso de los lentes

Parentesco	(a)	(b)	(c)	(d)	(e)
	Miopía	Astigmatismo	Hipermetropía	Presbiopía o presbicia (vista cansada)	Otro:
Entrevistado					
Esposo(a)					
Hijo(a)					
Hijo(a)					
Padre					
Madre					
Otro					

37. En caso de haber menores que estudien en el nivel primaria o secundaria, señalar si presentan alguna(s) de las siguientes características (puede ser más de una).

- a) Sus profesores dicen que es distraído ( )
- b) Tiene bajo rendimiento escolar ( )
- c) Ha reprobado alguno de sus ciclos escolares o un alto número de asignaturas durante el año escolar ( )

38. ¿A alguno de estos menores se le ha diagnosticado déficit de atención o de hiperactividad?

- a) Sí ( )
- b) No ( )

39. ¿Considera usted que las enfermedades mencionadas están relacionadas con la contaminación de la localidad?

- a) Sí ( )
- b) No ( )
- c) No sé ( )

40. En los últimos diez años ¿ha fallecido alguno de los miembros de su familia que haya residido en esta región? Por favor señale la causa y edad del deceso.

---

---

---

41. ¿Usted o algún miembro de su familia ha sido beneficiado por algún programa patrocinado por las empresas cementeras?

- a) Sí ( )
- b) No ( )

42. En caso afirmativo, señale por favor, cuáles de estos programas:

- a) Hospital/clínica ( )
- b) Escuela ( )
- c) Becas ( )
- d) Centro comunitario ( )
- e) Unidades deportivas ( )
- f) Apoyo para autoconstrucción ( )
- g) Pavimentación de calles ( )
- h) Alumbrado ( )
- i) Otro ( )

especificar:

---

Por favor indique el número de la opción que refleje su opinión más adecuadamente con respecto a la industria del cemento

1= Totalmente de acuerdo      2= De acuerdo      3= No sé      4= En desacuerdo      5= Totalmente en desacuerdo

Usted considera que la industria del cemento es

- |  |   |   |   |   |   |
|--|---|---|---|---|---|
| 43. Benéfica por los empleos que genera  | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 44. Benéfica por las actividades económicas que se relacionan con ella<br>(transporte, caleras, concreteteras, distribuidores, etc.) | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 45. Benéfica por los programas de apoyo a las comunidades  | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 46. Benéfica porque paga salarios que son más altos en comparación con los de cualquier otra empresa de la región                    | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 47. Benéfica por las prestaciones que otorga   | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 48. Responsable de la incidencia de enfermedades causadas por tóxicos emitidos al aire   | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 49. Responsable de la incidencia de enfermedades causadas por tóxicos descargados en el agua   | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 50. Responsable de la contaminación atmosférica de la región   | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 51. Responsable de la pérdida de la biodiversidad de la región   | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 52. Responsable del padecimiento de alguna enfermedad en su familia debido a la contaminación generada por la empresa                | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |

Por favor conteste a los siguientes cuestionamientos:

53. ¿Ha tenido conocimiento de malos olores provenientes de la empresa Ecoltec, filial de Holcim-Aspasco?  
a) Sí ( )      b) No ( )
54. ¿Supo de los presuntos incendios ocurridos en Ecoltec en diciembre de 2003, septiembre de 2007 y/o mayo de 2009?  
a) Sí ( )      b) No ( )
55. ¿Ha sabido de fugas de monómero de acrilato en las que se responsabiliza a Ecoltec de las mismas?  
a) Sí ( )      b) No ( )
56. ¿Usted o algún miembro de su familia resultó afectado por estos incidentes?  
a) Sí ( )      b) No ( )
57. Participo usted en alguna protesta o movimiento relacionado con los incidentes en los que se responsabiliza a Ecoltec?  
a) Sí ( )      b) No ( )
58. ¿Tiene conocimiento de la denuncia ciudadana interpuesta ante la PROFEPA por el grupo ambientalista Pro Salud Apaxco-Atotonilco?  
a) Sí ( )      b) No ( )

59. ¿Cómo considera la actuación de las autoridades ante este problema con Ecoltec?

- a) Regular                      d) Mala                      e) Muy mala                      Muy buena                      b) Buena                      c)

60. ¿Cómo considera la respuesta de Ecoltec ante los afectados por este problema?

- a) Regular                      d) Mala                      e) Muy mala                      Muy buena                      b) Buena                      c)

Si desea puede agregar algún comentario sobre los incidentes ocurridos en Ecoltec, o bien, sobre las acciones que llevan a cabo las empresas cementeras y autoridades para mitigar y disminuir la contaminación de esta localidad.

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

**Muchas gracias por su participación.**



## Apéndices estadísticos

### Apéndice estadístico A. Resultados de la encuesta

**Cuadro A.1**  
**Percepción sobre la incidencia de enfermedades en la región**

	Mucho mayor	Mayor	Igual	Menor	Mucho menor	No sabe	No contestó	Total
<b>Número de personas con enfermedades respiratorias</b>	<b>39</b>	<b>137</b>	<b>50</b>	<b>4</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>7</b>	<b>240</b>
(Porcentaje)	16.3	57.1	20.8	1.7	0.4	0.8	2.9	100
<b>Número de personas con asma</b>	<b>21</b>	<b>114</b>	<b>81</b>	<b>9</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>10</b>	<b>240</b>
(Porcentaje)	8.8	47.5	33.8	3.8	1.3	0.8	4.2	100
<b>Número de personas que usan lentes</b>	<b>57</b>	<b>130</b>	<b>45</b>	<b>2</b>			<b>6</b>	<b>240</b>
(Porcentaje)	23.8	54.2	18.8	0.8			2.5	100.0
<b>Número de personas con diabetes</b>	<b>85</b>	<b>122</b>	<b>25</b>	<b>2</b>	<b>1</b>		<b>5</b>	<b>240</b>
(Porcentaje)	35.4	50.8	10.4	0.8	0.4		2.1	100
<b>Número de personas con enfermedades del riñón</b>	<b>33</b>	<b>128</b>	<b>56</b>	<b>8</b>	<b>1</b>	<b>5</b>	<b>9</b>	<b>240</b>
(Porcentaje)	13.8	53.3	23.3	3.3	0.4	2.1	3.8	100
<b>Número de personas con cáncer</b>	<b>46</b>	<b>134</b>	<b>43</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>7</b>	<b>240</b>
(Porcentaje)	19.2	55.8	17.9	1.7	0.8	1.7	2.9	100

Fuente: encuesta a las familias vecinas a las plantas de cemento en Tula, Atotonilco y Apaxco, julio 2012.

**Cuadro A.2**  
**Aspectos de la gestión ambiental en las plantas de cemento**

	Mucho mayor	Mayor	Igual	Menor	Mucho menor	No sabe	No aplica	No contestó	Total
<b>Ruido de las plantas de cemento</b>	<b>12</b>	<b>71</b>	<b>97</b>	<b>47</b>	<b>2</b>		<b>4</b>	<b>7</b>	<b>240</b>
(Porcentaje)	5.0	29.6	40.4	19.6	0.8		1.7	2.9	100
<b>Polvo de las plantas de cemento</b>	<b>37</b>	<b>92</b>	<b>50</b>	<b>50</b>	<b>5</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>4</b>	<b>240</b>
(Porcentaje)	15.4	38.3	20.8	20.8	2.1	0.4	0.4	1.7	100
<b>Olores de las plantas de cemento</b>	<b>35</b>	<b>82</b>	<b>67</b>	<b>35</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>9</b>	<b>6</b>	<b>240</b>
(Porcentaje)	14.6	34.2	27.9	14.6	0.8	1.7	3.8	2.5	100
<b>Humo de las chimeneas de las plantas de cemento</b>	<b>25</b>	<b>89</b>	<b>67</b>	<b>48</b>	<b>6</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>240</b>
(Porcentaje)	10.4	37.1	27.9	20.0	2.5	0.8	0.4	0.8	100

Fuente: encuesta a las familias vecinas a las plantas de cemento en Tula, Atotonilco y Apaxco, julio 2012.

**Cuadro A.3**  
**Aspectos de la gestión ambiental en el transporte**

	Mucho mayor	Mayor	Igual	Menor	Mucho menor	No sabe	No aplica	No contestó	Total
<b>Polvo camiones cementeras</b>	<b>36</b>	<b>114</b>	<b>59</b>	<b>19</b>	<b>5</b>		<b>5</b>	<b>2</b>	<b>240</b>
(Porcentaje)	15.0	47.5	24.6	7.9	2.1		2.1	0.8	100
<b>Humo camiones cementeras</b>	<b>42</b>	<b>122</b>	<b>45</b>	<b>21</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>240</b>
(Porcentaje)	17.5	50.8	18.8	8.8	1.3	0.4	1.3	1.3	100
<b>Accidentes involucrados camiones cementeras</b>	<b>25</b>	<b>74</b>	<b>93</b>	<b>27</b>	<b>6</b>	<b>1</b>	<b>4</b>	<b>10</b>	<b>240</b>
(Porcentaje)	10.4	30.8	38.8	11.3	2.5	0.4	1.7	4.2	100

Fuente: encuesta a las familias vecinas a las plantas de cemento en Tula, Atotonilco y Apaxco, julio 2012.

**Cuadro A.4**  
**Sobre la actuación de las autoridades y el combate a la contaminación**

	Sí	No	No sé	No contestó	Total
<b>Las autoridades municipales monitorean la calidad del aire</b> (Porcentaje)	<b>35</b> 14.6	<b>147</b> 61.3	<b>58</b> 24.2		<b>240</b> 100
<b>Las autoridades municipales instrumentan programas de mitigación y disminución de la contaminación</b> (Porcentaje)	<b>36</b> 15.0	<b>167</b> 69.6	<b>36</b> 15.0	<b>1</b> 0.4	<b>240</b> 100
<b>Las autoridades estatales coordinan los esfuerzos municipales</b> (Porcentaje)	<b>51</b> 21.3	<b>149</b> 62.1	<b>40</b> 16.7		<b>240</b> 100
<b>Existe interés de las autoridades federales</b> (Porcentaje)	<b>55</b> 22.9	<b>141</b> 58.8	<b>43</b> 17.9	<b>1</b> 0.4	<b>240</b> 100
<b>Las autoridades municipales, estatales y federales llevan a cabo acciones de vigilancia y sanción en materia ambiental</b> (Porcentaje)	<b>66</b> 27.5	<b>140</b> 58.3	<b>32</b> 13.3	<b>2</b> 0.8	<b>240</b> 100

Fuente: encuesta a las familias vecinas a las plantas de cemento en Tula, Atotonilco y Apaxco, julio 2012.

**Cuadro A.5**  
**Legitimación de las acciones de las empresas cementeras en**  
**materia ambiental**

	Sí	No	No sé	No contestó	Total
<b>Es coherente el distintivo de "Industria limpia" con las acciones de las cementeras</b>	<b>63</b>	<b>148</b>	<b>26</b>	<b>3</b>	<b>240</b>
(Porcentaje)	26.3	61.7	10.8	1.3	100
<b>Es peligrosa la quema de residuos peligrosos en los hornos de cemento</b>	<b>176</b>	<b>49</b>	<b>15</b>		<b>240</b>
(Porcentaje)	73.3	20.4	6.3		100
<b>Las empresas cementeras llevan a cabo acciones favorables al medio ambiente</b>	<b>88</b>	<b>114</b>	<b>38</b>		<b>240</b>
(Porcentaje)	36.7	47.5	15.8		100

Fuente: encuesta a las familias vecinas a las plantas de cemento en Tula, Atotonilco y Apaxco, julio 2012.

**Cuadro A.6**  
**Percepción sobre los beneficios derivados de la industria cementera**

	Totalmente de acuerdo	De acuerdo	No sé	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo	No contestó	Total
<b>Benéfica porque genera empleos</b>	<b>22</b>	<b>139</b>	<b>16</b>	<b>61</b>	<b>2</b>		<b>240</b>
(Porcentaje)	9.2	57.9	6.7	25.4	0.8		100
<b>Benéfica por las actividades relacionadas con ella</b>	<b>18</b>	<b>153</b>	<b>16</b>	<b>52</b>	<b>1</b>		<b>240</b>
(Porcentaje)	7.5	63.8	6.7	21.7	0.4		100
<b>Benéfica porque apoya a la comunidad</b>	<b>15</b>	<b>102</b>	<b>33</b>	<b>82</b>	<b>8</b>		<b>240</b>
(Porcentaje)	6.3	42.5	13.8	34.2	3.3		100
<b>Benéfica porque paga salarios más altos</b>	<b>9</b>	<b>83</b>	<b>51</b>	<b>86</b>	<b>8</b>	<b>3</b>	<b>240</b>
(Porcentaje)	3.8	34.6	21.3	35.8	3.3	1.3	100
<b>Benéfica por las prestaciones que otorga</b>	<b>14</b>	<b>105</b>	<b>56</b>	<b>61</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>240</b>
(Porcentaje)	5.8	43.8	23.3	25.4	1.3	0.4	100

Fuente: encuesta a las familias vecinas a las plantas de cemento en Tula, Atotonilco y Apaxco, julio 2012.

**Cuadro A.7**  
**Percepción sobre los perjuicios derivados de la industria cementera**

	Totalmente de acuerdo	De acuerdo	No sé	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo	No contestó	No aplica	Total
<b>Responsable de enfermedades causadas por tóxicos emitidos al aire</b> (Porcentaje)	<b>29</b> 12.1	<b>145</b> 60.4	<b>27</b> 11.3	<b>36</b> 15.0	<b>2</b> 0.8	<b>1</b> 0.4		<b>240</b> 100
<b>Responsable de enfermedades causadas por tóxicos descargados en el agua</b> (Porcentaje)	<b>27</b> 11.3	<b>125</b> 52.1	<b>32</b> 13.3	<b>52</b> 21.7	<b>3</b> 1.3		<b>1</b> 0.4	<b>240</b> 100.0
<b>Responsable de la contaminación atmosférica de la región</b> (Porcentaje)	<b>33</b> 13.8	<b>150</b> 62.5	<b>19</b> 7.9	<b>35</b> 14.6	<b>2</b> 0.8		<b>1</b> 0.4	<b>240</b> 100.0
<b>Responsable de la pérdida de biodiversidad de la región</b> (Porcentaje)	<b>38</b> 15.8	<b>135</b> 56.3	<b>17</b> 7.1	<b>46</b> 19.2	<b>4</b> 1.7			<b>240</b> 100.0
<b>Responsable del padecimiento de alguna enfermedad en su familia debido a la contaminación</b> (Porcentaje)	<b>17</b> 7.1	<b>77</b> 32.1	<b>34</b> 14.2	<b>74</b> 30.8	<b>38</b> 15.8			<b>240</b> 100

Fuente: encuesta a las familias vecinas a las plantas de cemento en Tula, Atotonilco y Apaxco, julio 2012.

**Cuadro A.8**  
**Apoyos a la comunidad por parte de las empresas cementeras**

	Sí	No	No contestó	Total
<b>Algún miembro de la familia ha sido beneficiado por programas de las empresas cementera</b>	<b>25</b>	<b>206</b>	<b>9</b>	<b>240</b>
(Porcentaje)	10.4	85.8	3.8	100
<b>Tula</b>	<b>15</b>	<b>79</b>	<b>3</b>	<b>97</b>
(Porcentaje)	15.0	79.0	3.0	97
<b>Atotonilco</b>	<b>5</b>	<b>55</b>	<b>4</b>	<b>64</b>
(Porcentaje)	7.8	85.9	6.3	100
<b>Apaxco</b>	<b>5</b>	<b>72</b>	<b>2</b>	<b>79</b>
(Porcentaje)	6.3	91.1	2.5	100

Fuente: encuesta a las familias vecinas a las plantas de cemento en Tula, Atotonilco y Apaxco, julio 2012.

**Cuadro A.9**  
**Incidentes relacionados con Ecoltec, filial de Holcim Apasco**

	Sí	No	No aplica	Total
<b>Supo de malos olores provenientes de Ecoltec</b>	<b>120</b>	<b>120</b>		<b>240</b>
(Porcentaje)	50.0	50.0		100
Tula	19	78		97
(Porcentaje)	19.6	80.4		100
Atotonilco	34	30		64
(Porcentaje)	53.1	46.9		100
Apasco	67	12		79
(Porcentaje)	84.8	15.2		100
<b>Supo de los incendios ocurridos en Ecoltec</b>	<b>98</b>	<b>139</b>	<b>3</b>	<b>240</b>
(Porcentaje)	40.8	57.9	1.3	100
Tula	17	79	1	97
(Porcentaje)	17.5	81.4	1.0	100
Atotonilco	26	36	2	64
(Porcentaje)	40.6	56.3	3.1	100
Apasco	55	24		79
(Porcentaje)	69.6	30.4		100
<b>Supo de las fugas de monómero de acrilato en Ecoltec</b>	<b>60</b>	<b>175</b>	<b>5</b>	<b>240</b>
(Porcentaje)	25.0	72.9	2.1	100
Tula	4	91	2	97
(Porcentaje)	4.1	93.8	2.1	100
Atotonilco	17	45	2	64
(Porcentaje)	26.6	70.3	3.1	100
Apasco	39	39	1	79
(Porcentaje)	49.4	49.4	1.3	100

Fuente: encuesta a las familias vecinas a las plantas de cemento en Tula, Atotonilco y Apasco, julio 2012.

**Cuadro A.10**  
**Incidentes y medio de difusión**

	Medios de comunicación	Familiares	Otro	Medios y familiares	No aplica	No contestó	Total
<b>¿Cómo se enteró de los incendios en Ecoltec?</b>	<b>22</b>	<b>17</b>	<b>60</b>	<b>1</b>	<b>140</b>		<b>240</b>
(Porcentaje)	9.2	7.1	25.0	0.4	58.3		100
<b>¿Cómo se enteró de las fugas de monómero de acrilato en Ecoltec?</b>	<b>17</b>	<b>14</b>	<b>27</b>		<b>177</b>	<b>5</b>	<b>240</b>
(Porcentaje)	7.1	5.8	11.3		73.8	2.1	100

Fuente: encuesta a las familias vecinas a las plantas de cemento en Tula, Atotonilco y Apaxco, julio 2012.

**Cuadro A.11****Actuación de autoridades y empresa en el caso Ecoltec**

	Muy buena	Buena	Regular	Mala	Muy mala	No sabe	No aplica	No contestó	Total
<b>Actuación de las autoridades</b>	<b>1</b>	<b>14</b>	<b>85</b>	<b>60</b>	<b>27</b>	<b>3</b>	<b>7</b>	<b>43</b>	<b>240</b>
(Porcentaje)	0.4	5.8	35.4	25.0	11.3	1.3	2.9	17.9	100
<b>Actuación de Ecoltec</b>	<b>1</b>	<b>11</b>	<b>86</b>	<b>52</b>	<b>30</b>	<b>9</b>	<b>7</b>	<b>44</b>	<b>240</b>
(Porcentaje)	0.4	4.6	35.8	21.7	12.5	3.8	2.9	18.3	100

Fuente: Encuesta a las familias vecinas a las plantas de cemento en Tula, Atotonilco y Apaxco, julio 2012.

**Cuadro A.12**

**Relación entre enfermedades y actividades de las cementeras, ¿dónde o de quién más han escuchado esa afirmación?**

	Medios de comunicación	Familiares	Otro	Medios y otro	Familiares y otro	No sabe	No aplica	No contestó	Total
<b>¿Dónde más ha escuchado esa afirmación?</b>	<b>11</b>	<b>54</b>	<b>65</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>9</b>	<b>66</b>	<b>28</b>	<b>240</b>
(Porcentaje)	4.6	22.5	27.1	1.7	1.3	3.8	27.5	11.7	100
Tula	4	23	15	1	1	2	32	19	97
(Porcentaje)	4.1	23.7	15.5	1.0	1.0	2.1	33.0	19.6	100
Atotonilco	3	15	22	2	1	1	15	5	64
(Porcentaje)	4.7	23.4	34.4	3.1	1.6	1.6	23.4	7.8	100
Apaxco	4	16	28	1	1	6	19	4	79
(Porcentaje)	5.1	20.3	35.4	1.3	1.3	7.6	24.1	5.1	100

Fuente: Encuesta a las familias vecinas a las plantas de cemento en Tula, Atotonilco y Apaxco, julio 2012.

## Apéndice B. Análisis factorial exploratorio

**Cuadro B.1**  
**Comunalidades, grupo de 35 ítems**

	Inicial	Extracción
Intensidad del ruido	1.000	.558
Personas con enfermedades respiratorias	1.000	.717
Personas con cáncer	1.000	.629
Personas con enfermedades del riñon	1.000	.530
Personas con asma	1.000	.617
Personas con diabetes	1.000	.652
Personas que usan lentes	1.000	.689
Ruido de las plantas de cemento	1.000	.716
Polvo de las plantas de cemento	1.000	.738
Olores de las plantas de cemento	1.000	.697
Accidentes de sustancias químicas	1.000	.454
Humo de las chimeneas de las plantas de cemento	1.000	.619
Polvo camiones cementeras	1.000	.749
Humo camiones cementeras	1.000	.752
Accidentes involucrados camiones cementeras	1.000	.650
Autoridades municipales monitorean calidad aire	1.000	.661
Autoridades municipales instrumentan programas contaminación	1.000	.617
Autoridades estatales se coordinan con las municipales	1.000	.651
Existe interés de las autoridades federales	1.000	.575
Las autoridades vigilan y sancionan empresas contaminantes	1.000	.633
Es coherente el distintivo de "Industria limpia" con las acciones de las cementeras	1.000	.494
Es peligrosa la quema de residuos en los hornos de cemento	1.000	.675
Las empresas cementeras llevan a cabo acciones favorables al medio ambiente	1.000	.622
Benéfica porque genera empleos	1.000	.684
Benéfica por actividades relacionadas a ella	1.000	.761
Benéfica porque apoya a la comunidad	1.000	.596
Benéfica porque paga salarios más altos	1.000	.654
Benéfica por sus prestaciones	1.000	.719
Responsable de enfermedades causadas por tóxicos aire	1.000	.570
Responsable de enfermedades causadas por tóxicos agua	1.000	.648
Responsable contaminación atmosférica	1.000	.793
Responsable pérdida biodiversidad	1.000	.699
Responsable enfermedad de algún familiar	1.000	.384
Calidad del aire	1.000	.615
Calidad del agua	1.000	.655

Método de extracción: Análisis de Componentes principales.

Fuente: elaboración propia.

**Cuadro B.2**  
**Matriz de componentes, grupo 35 ítems**

	Componente									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Humo de las chimeneas de las plantas de cemento	.649	-.167	.120	-.311	-.143	.070	.086	.127	.068	.073
Olores de las plantas de cemento	.583	-.157	.150	-.419	-.127	.182	.069	-.255	-.095	-.077
Polvo de las plantas de cemento	.582	-.139	.222	-.334	-.259	.341	-.114	.070	-.130	-.018
Polvo camiones cementeras	.553	-.033	.072	-.365	-.118	-.436	.175	.022	-.072	.251
Humo camiones cementeras	.550	-.133	.132	-.252	-.046	-.519	.112	.150	-.084	.193
Benéfica porque apoya a la comunidad	.542	.356	-.207	.116	-.179	-.189	.055	.214	.004	-.049
Es coherente el distintivo de "Industria limpia" con las acciones de las cementeras	.528	.300	-.051	-.112	.199	.131	-.038	.135	.181	.013
Ruido de las plantas de cemento	.520	-.051	.270	-.344	-.293	.386	-.013	-.054	-.078	.085
Personas con enfermedades respiratorias	.507	-.398	.282	.375	-.028	-.029	-.172	.068	.042	-.207
Responsable enfermedad de algún familiar	.491	-.161	-.216	.009	.018	.058	-.005	.172	-.142	-.129
Las empresas cementeras llevan a cabo acciones favorables al medio ambiente	.489	.415	-.174	.016	-.056	.207	.289	.154	-.019	.162
Benéfica porque genera empleos	.467	.231	-.299	.330	-.260	.042	-.198	-.165	-.276	.043
Benéfica porque paga salarios más altos	.456	.206	-.168	.209	-.427	-.189	.045	-.141	.192	-.235
Personas con asma	.454	-.361	.177	.336	-.027	.109	-.080	.098	-.244	-.220
Accidentes de sustancias químicas	.433	-.251	.148	-.219	-.141	.149	.037	-.162	.239	-.081
Benéfica por actividades relacionadas a ella	.416	.315	-.256	.370	-.399	-.021	-.140	-.025	-.241	.218
Existe interés de las autoridades federales	.382	.334	.145	-.109	.377	.016	.026	.016	-.129	-.352
Autoridades municipales instrumentan programas contaminación	.365	.552	.269	.171	.219	.104	.026	-.083	.013	.103
Autoridades estatales se coordinan con las municipales	.418	.540	.249	-.073	.269	-.110	-.035	.007	.055	-.167
Autoridades municipales monitorean calidad aire	.306	.508	.276	.114	.233	.189	.096	-.294	.142	.125
Las autoridades vigilan y sancionan empresas contaminantes	.357	.498	.192	.025	.345	-.115	.084	-.072	-.186	-.203
Personas con cáncer	.415	-.484	.156	.359	.139	-.117	.072	.091	.063	-.141
Personas con enfermedades del riñon	.399	-.413	.160	.362	-.010	-.029	.189	-.037	-.002	-.080
Responsable contaminación atmosférica	.480	-.099	-.596	-.006	.338	.119	-.117	-.074	.199	.104
Responsable de enfermedades causadas por tóxicos agua	.408	-.206	-.551	-.136	.262	.120	.060	.101	-.079	.115
Responsable de enfermedades causadas por tóxicos aire	.377	-.128	-.537	-.069	.287	.034	-.040	.129	-.126	-.038
Responsable pérdida biodiversidad	.464	-.215	-.511	-.156	.228	.014	-.189	-.068	.175	-.168
Benéfica por sus prestaciones	.402	.336	-.249	.081	-.465	-.157	-.068	-.157	.279	-.169
Accidentes involucrados camiones cementeras	.389	-.188	.106	-.169	.139	-.600	-.020	-.206	.007	-.046
Calidad del aire	.402	-.062	.367	.110	.104	.092	-.498	.149	-.102	.064
Personas que usan lentes	.218	-.242	-.025	.226	.209	.034	.492	-.232	-.412	.145
Personas con diabetes	.290	-.272	-.034	.363	.004	.182	.418	-.284	.256	.090
Es peligrosa la quema de residuos en los hornos de cemento	-.007	.222	.075	.163	-.135	.081	.390	.634	.104	-.060
Intensidad del ruido	.386	-.209	.238	.146	.157	.026	.004	.159	.438	.210
Calidad del agua	.338	-.005	.189	.304	.167	-.102	-.357	.012	.054	.494

Método de extracción: Análisis de componentes principales.

a. 10 componentes extraídos

Fuente: elaboración propia.

**Cuadro B.3**  
**Estadísticos descriptivos**

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típ.
Calidad del aire	240	-2	2	-.76	.886
Calidad del agua	238	-2	2	-.40	.860
Intensidad del ruido	239	-2	1	-.85	.778
Personas con enfermedades respiratorias	231	-2	2	-.90	.698
Personas con cáncer	229	-2	2	-.95	.733
Personas con enfermedades del riñon	226	-2	2	-.81	.737
Personas con asma	227	-2	2	-.63	.743
Personas con diabetes	235	-2	2	-1.23	.701
Personas que usan lentes	234	-2	1	-1.03	.686
Ruido de las plantas de cemento	229	-2	2	-.19	.852
Polvo de las plantas de cemento	234	-2	2	-.45	1.060
Olores de las plantas de cemento	221	-2	2	-.51	.971
Accidentes de sustancias químicas	213	-2	2	-.24	.781
Humo de las chimeneas de las plantas de cemento	235	-2	2	-.34	1.001
Polvo camiones cementeras	233	-2	2	-.67	.908
Humo camiones cementeras	233	-2	2	-.77	.894
Accidentes involucrados camiones cementeras	225	-2	2	-.38	.928
Benéfica porque genera empleos	240	-2	2	.49	.998
Benéfica por actividades relacionadas a ella	240	-2	2	.56	.926
Benéfica porque apoya a la comunidad	240	-2	2	.14	1.065
Benéfica porque paga salarios más altos	237	-2	2	.00	1.002
Benéfica por sus prestaciones	239	-2	2	.28	.952
Responsable de enfermedades causadas por tóxicos aire	239	-2	2	-.68	.902
Responsable de enfermedades causadas por tóxicos agua	239	-2	2	-.51	.995
Responsable contaminación atmosférica	239	-2	2	-.74	.903
Responsable pérdida biodiversidad	240	-2	2	-.65	1.015
Responsable enfermedad de algún familiar	240	-2	2	.16	1.235
Autoridades municipales monitorean calidad aire	240	-1	1	-.47	.737
Autoridades municipales instrumentan programas contaminación	239	-1	1	-.55	.742
Autoridades estatales se coordinan con las municipales	240	-1	1	-.41	.818
Existe interés de las autoridades federales	239	-1	1	-.36	.833
Las autoridades vigilan y sancionan empresas contaminantes	238	-1	1	-.31	.879
Es coherente el distintivo de "Industria limpia" con las acciones de las cementeras	237	-1	1	-.36	.875
Es peligrosa la quema de residuos en los hornos de cemento	240	-1	1	.53	.813
Las empresas cementeras llevan a cabo acciones favorables al medio ambiente	240	-1	1	-.11	.913

Fuente: elaboración propia.

**Cuadro B.4**  
**Comunalidades, análisis de 20 ítems**

	Inicial	Extracción
Personas con enfermedades respiratorias	1.000	.725
Personas con asma	1.000	.736
Ruido de las plantas de cemento	1.000	.672
Polvo de las plantas de cemento	1.000	.689
Olores de las plantas de cemento	1.000	.623
Accidentes de sustancias químicas	1.000	.399
Humo camiones cementeras	1.000	.282
Existe interés de las autoridades federales	1.000	.449
Es coherente el distintivo de "Industria limpia" con las acciones de las cementeras	1.000	.569
Las empresas cementeras llevan a cabo acciones favorables al medio ambiente	1.000	.608
Benéfica porque genera empleos	1.000	.700
Benéfica por actividades relacionadas a ella	1.000	.777
Benéfica porque apoya a la comunidad	1.000	.564
Benéfica porque paga salarios más altos	1.000	.451
Responsable de enfermedades causadas por tóxicos aire	1.000	.579
Responsable de enfermedades causadas por tóxicos agua	1.000	.637
Responsable contaminación atmosférica	1.000	.735
Responsable pérdida biodiversidad	1.000	.641
Responsable enfermedad de algún familiar	1.000	.360
Humo de las chimeneas de las plantas de cemento	1.000	.603

Método de extracción: Análisis de Componentes principales.

Fuente: elaboración propia.

**Cuadro B.5**  
**Varianza total explicada, grupo de 20 ítems**

Componente	Autovalores iniciales			de la extracción			la rotación		
	Total	% de la varianza	% acumulado	Total	% de la varianza	% acumulado	Total	% de la varianza	% acumulado
1	5.273	26.365	26.365	5.273	26.365	26.365	3.082	15.411	15.411
2	2.177	10.887	37.252	2.177	10.887	37.252	2.799	13.995	29.406
3	1.870	9.350	46.602	1.870	9.350	46.602	2.270	11.351	40.757
4	1.417	7.086	53.687	1.417	7.086	53.687	1.949	9.744	50.501
5	1.060	5.300	58.987	1.060	5.300	58.987	1.697	8.486	58.987
6	.945	4.725	63.712						
7	.834	4.172	67.885						
8	.780	3.898	71.783						
9	.746	3.729	75.512						
10	.712	3.562	79.074						
11	.580	2.902	81.976						
12	.571	2.854	84.830						
13	.489	2.447	87.277						
14	.456	2.282	89.559						
15	.442	2.210	91.769						
16	.440	2.200	93.969						
17	.365	1.824	95.792						
18	.311	1.556	97.348						
19	.297	1.484	98.832						
20	.234	1.168	100.000						

Método de extracción: Análisis de Componentes principales.

Fuente: elaboración propia.

**Cuadro B.6**  
**Matriz de componentes**

	Componente				
	1	2	3	4	5
Humo de las chimeneas de las plantas de cemento	.657	-.391	-.043	-.124	-.037
Polvo de las plantas de cemento	.639	-.500	.054	-.057	-.155
Olores de las plantas de cemento	.606	-.410	-.055	-.160	-.244
Responsable pérdida biodiversidad	.576	.280	-.479	.027	.006
Responsable contaminación atmosférica	.561	.457	-.453	-.009	-.078
Responsable enfermedad de algún familiar	.548	.057	-.156	.153	.096
Ruido de las plantas de cemento	.541	-.503	.149	-.110	-.305
Las empresas cementeras llevan a cabo acciones favorables al medio ambiente	.534	.190	.324	-.392	.168
Benéfica porque apoya a la comunidad	.515	.307	.409	-.140	.134
Es coherente el distintivo de "Industria limpia" con las acciones de las cementeras	.514	.098	.138	-.392	.349
Responsable de enfermedades causadas por tóxicos agua	.512	.340	-.454	-.113	-.200
Benéfica porque genera empleos	.494	.395	.383	.340	-.195
Responsable de enfermedades causadas por tóxicos aire	.486	.379	-.445	.015	-.040
Humo camiones cementeras	.466	-.193	.039	-.061	.151
Accidentes de sustancias químicas	.461	-.381	-.120	.036	-.160
Benéfica por actividades relacionadas a ella	.419	.403	.551	.287	-.233
Benéfica porque paga salarios más altos	.394	.206	.443	.129	-.200
Personas con asma	.448	-.236	-.066	.568	.390
Personas con enfermedades respiratorias	.455	-.250	-.030	.557	.379
Existe interés de las autoridades federales	.320	.061	.137	-.379	.425

Método de extracción: Análisis de componentes principales.

Nota: 5 componentes extraídos

Fuente: elaboración propia.