



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

**Internalización económica de las externalidades ambientales de la  
fabricación de bloques de cemento en la Ciudad de México**

**T e s i s**

Que para optar por el grado de:

**Maestra en Finanzas**

Presenta:

**Itzel Antara Mendoza de la Vega**

Tutor:

**Dra. Paola Selene Vera Martínez**  
**Facultad de Contaduría y Administración**

**Ciudad de México, septiembre de 2017**



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**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.

## Agradecimientos

A mi familia por su comprensión e impulso para seguir adelante y enseñarme nuevamente que no hay nada mejor que ser un equipo.

A mi amada Universidad Nacional Autónoma de México por convertirse en mi segundo hogar a lo largo de mi formación académica y por las herramientas y facilidades que me brindó para que yo pudiera concluir satisfactoriamente mis estudios de posgrado.

A la Dra. Paola Vera por el apoyo en la elaboración de esta tesis y a mis sinodales por sus oportunas y valiosas aportaciones.

A mis maestros y compañeros de estudio por sus enseñanzas y grandes momentos que hicieron de esta maestría una experiencia enriquecedora.

Al programa UNAM-DGAPA-PAPIIT IA301515: Gobernanza e implementación de estándares de sustentabilidad en la cadena de valor del cemento en México por permitirme realizar esta investigación.

Al seminario de Métodos de investigación en las disciplinas financiero-administrativas por permitirme presentar mis avances de tesis y mejorar cada sesión.

A mis amigos por animarme cada vez que lo necesitaba y estar presentes.

A mis compañeros que me ayudaron a realizar el estudio de campo Edson, Carmen, Sr. José, Eduardo, Bryan y a mi hermana Karina por incursionar conmigo por todas las bloqueras de la Ciudad de México.

# Índice de contenido

Agradecimientos.....	II
Índice de contenido .....	III
Introducción.....	1
Capítulo uno.....	6
Internalización de los costos externos ambientales .....	6
1.1 Externalidades e internalización.....	9
1.2 Estrategias para la internalización de los costos externos.....	17
1.3 Valoración de los costos externos.....	22
1.4 Internalización de los impactos ambientales y pymes.....	36
Capítulo dos .....	43
Fabricación de bloques de cemento e impactos ambientales .....	43
2.1 Proceso productivo .....	48
2.2 Identificación de impactos.....	51
2.3 Regulaciones de los impactos ambientales generados por las bloqueras ...	56
Capítulo tres.....	64
Método.....	64
3.1 Recopilación de datos y muestra .....	65
3.2 Prevención de la contaminación en las bloqueras de la Ciudad de México .	66
Capítulo cuatro.....	68
Resultados .....	68
4.1 Características generales del negocio .....	68
4.2 Procesos de fabricación.....	70
4.3 Producción actual de las bloqueras .....	71
4.4 Costos externos de la producción de bloques.....	72
4.4.1 Criterios de calidad de los bloques .....	74
4.4.2 Residuos de la producción.....	77
4.4.3 Prevención de emisiones de partículas atmosféricas .....	78
4.5 Internalización de costos externos ambientales.....	78
4.5.1 Costos externos ambientales.....	78
4.5.2 Implicación en las utilidades .....	79

4.5.3 Barreras de internalización de las bloqueras .....	81
Discusión y conclusiones .....	82
4.1 Limitaciones del estudio .....	84
4.2 Investigaciones futuras .....	85
Referencias .....	86
Anexo 1: Encuesta .....	97
Anexo 2: Resultados de la encuesta .....	102

## Introducción

---

Las pequeñas y mediana empresas (pymes), como cualquier otra empresa, contribuyen al uso de recursos y a la generación de contaminación, los cuales se intensifican por su amplia población, es decir, en conjunto tienen un alto impacto ambiental global (Lefebvre, Lefebvre & Talbo, 2003).

En general, este tipo de empresas no atienden a los problemas ambientales a causa del desconocimiento de los empresarios hacia estos temas y la percepción de las prácticas ambientales como costos adicionales (Musa & Chinniah, 2016; Agan, Acar & Borodin, 2013). Por lo regular, los mayores impulsores de mejoras ambientales en la industria son la presión por parte de autoridades ambientales y la exigencia de los clientes, virtualmente ausentes en los países en desarrollo (Lyon & van Hoof, 2013, p.302). Sin embargo, también se ha demostrado que las empresas pueden obtener ventajas competitivas y beneficios económicos al mismo tiempo que disminuyen su impacto ambiental (Hart, 2007; van Hoof & Lyon, 2013).

La contaminación del aire, el agua y la calidad del suelo, son ejemplos de externalidades o costos externos que inducen impactos sobre la salud humana y el medio ambiente. Las externalidades pueden surgir del consumidor o del productor y recaer en terceras personas; si la externalidad se acompaña de una compensación por el agente causante, se dice que está internalizando el efecto.

La internalización de los costos externos ambientales ha estado en un principio orientada a cumplir con las regulaciones ambientales de cada región o país (Hart, 2007), más tarde se implementaron estrategias que permitieran a las empresas disminuir sus residuos y emisiones al igual que sus costos a través de prácticas como la ecoeficiencia, los sistemas de gestión ambiental, etc. (Klewitz & Hansen, 2014). Pero este tipo de prácticas están limitadas y en algún momento los beneficios marginales netos de desempeño ambiental irán disminuyendo en el largo plazo, y el aumento del esfuerzo medioambiental representará costos netos (Schaltegger y

Synnestvedt & Vei, 2001, p.9). Por lo que, las empresas deben tener una gestión ambiental progresiva a través de estrategias disruptivas encaminadas al desarrollo tecnológico y la innovación que les permitan reducir los costos marginales de protección del medio ambiente a través del tiempo.

En donde el empresario debe tener objetivos multidisciplinarios, bajo el principio de la obtención de ganancias en el largo plazo, es decir, el rendimiento esperado sostenible debe ser el resultado de la optimización de las variables financieras, sociales y medioambientales (Soppe, 2004). En otras palabras, la propia empresa requiere redefinir sus objetivos y reorganizar sus procesos de producción dentro de la entidad con objetivos más amplios que el solo éxito financiero. En la disciplina de las finanzas, las decisiones acerca de la valoración de la inversión tienen que tener en cuenta no solo los costos y beneficios en términos de su impacto en la empresa y el accionista, sino también la valoración de aspectos ambientales y sociales (Wilson, Jayamanna & Athukorala, 2010; Soppe, 2004). Es por esto que, el tomador de decisiones en la empresa debe elegir las estrategias sustentables adecuadas que le permitan mantener un crecimiento sostenible y atender sus impactos externos ambientales y sociales.

Dentro de la fabricación de bloques de cemento es importante considerar la valoración de aspectos ambientales y sociales, debido a que, al tratarse de micro y pequeñas, muchas veces estas no se percatan del impacto ambiental que producen y como se mencionaba anteriormente su volumen poblacional intensifica el impacto ambiental que cada una genera.

La fabricación de bloques es una actividad proveedora de materia prima para el sector de la construcción, el bloque es utilizado en la elaboración de muros simples, estructurales, de retención y bardas perimetrales; es ideal para edificios con alturas no superiores a cuatro plantas. En México, el 86.3% de las viviendas particulares habitadas fueron construidas con materiales como bloques, tabiques, ladrillos, piedra, cantera o cemento (Instituto Nacional de Estadística y Geografía [INEGI], 2010).

El proceso para la fabricación de los bloques es flexible, ya que solo existen regulaciones sobre las especificaciones del producto en cuanto a las dimensiones y condiciones técnicas. Mientras que la decisión del uso de insumos y su dosificación queda rezagada a las preferencias del productor que están encaminadas también a los requerimientos del cliente. Los recursos que utilizan principalmente las bloqueras son cemento, agregados<sup>1</sup> y agua en cantidades no estandarizadas formalmente; además también contribuyen a la generación de residuos, ruido y partículas atmosféricas.

Por lo que, este trabajo de tesis tiene como propósito identificar el impacto financiero que tiene el internalizar los costos externos ambientales de las bloqueras de la Ciudad de México, identificando los impactos ambientales que generan estas a partir del estudio de sus prácticas productivas y de las regulaciones pertinentes que existen en México.

### **Preguntas de investigación**

¿Cuál es el impacto en las utilidades a corto plazo de las bloqueras de la Ciudad de México al asumir su costo externo ambiental?

#### *Preguntas secundarias*

- ¿Cuáles son los principales costos externos ambientales que generan las bloqueras?
- ¿Cuáles son los principales obstáculos que tienen las bloqueras al asumir su externalidad ambiental?

### **Objetivos de la investigación**

#### *Objetivo general*

Estimar el impacto en las utilidades de las bloqueras de la Ciudad de México al asumir su costo externo ambiental en el corto plazo.

---

<sup>1</sup> Los agregados o agregados pétreos “son productos granulares minerales en estado natural procesados o artificiales que se mezclan con un cementante o aglutinante hidráulico para fabricar morteros o concretos” (García, 2008, p. 70), y se clasifican en finos o gruesos.

### *Objetivos específicos*

- Identificar los principales costos externos ambientales que generan las bloqueras.
- Describir los principales obstáculos que tienen las bloqueras al asumir su externalidad ambiental.

### **Hipótesis**

Al asumir el costo externo ambiental las utilidades de las boqueras disminuirán en el corto plazo.

### *Hipótesis secundarias*

- La generación de residuos sólidos es la principal externalidad de las bloqueras de la Ciudad de México.
- El desinterés por temas ambientales por parte de los propietarios de las bloqueras es el principal obstáculo para internalizar los costos externos ambientales.

### **Resumen capitular**

El presente trabajo de investigación tiene la siguiente estructura, en su primer capítulo se desarrolla la definición de externalidad como un fenómeno que ocurre en la actividad económica, también se estudian las alternativas e instrumentos que ayudan a la internalización de estas externalidades. Se consideran las estrategias propuestas por Hart (2007) como marco de referencia de la internalización en las empresas como un proceso progresivo, de acuerdo con los impulsores y recompensas que cada empresa desea desarrollar. El capítulo concluye con una revisión de los impactos, métodos y estrategias de internalización utilizados para lograr la valoración monetaria de los costos ambientales externos en las empresas; explorando también la situación de las pymes, cómo es que están internalizando sus costos externos, bajo que estrategias y cuáles son sus mayores impedimentos.

En el segundo capítulo se hace un análisis de la situación económica de las boqueras, así como su posición dentro de la industria del cemento en México,

específicamente de las bloqueras en la Ciudad de México. También se describe el proceso productivo de la elaboración de bloques cemento, identificando los insumos principales y los impactos ambientales que genera esta actividad, analizando las regulaciones ambientales pertinentes a estos impactos.

La descripción del método se lleva a cabo en el capítulo tres, en donde se describe la estructura y objetivo de la encuesta utilizada, la selección de la muestra y los impactos ambientales a estimar. Es en el capítulo cuatro donde se describen los resultados de la investigación, compuesto por la descripción económica y productiva de las bloqueras que forman parte de la muestra, la estimación de los costos externos de cada impacto ambiental regulado y se ejemplifica como el cambio en las variables del costo de producción y el precio de venta afecta la generación de utilidades de las bloqueras, al asumir su costo externo ambiental en el corto plazo. En el último capítulo, se encuentra la discusión de los resultados, las principales conclusiones y las limitaciones de la investigación, así como las propuestas de futuras líneas de investigación.

# Internalización de los costos externos ambientales

La producción de bienes y servicios, inevitablemente, genera contaminación (Wilson *et al.*, 2010, p.4) y la contaminación de cualquier tipo – suelo, aire, ruido o agua – es un ejemplo de costo externo o externalidad. Esta contaminación induce impactos sobre la salud humana, el medio ambiente construido y los ecosistemas, que se reflejan como pérdida de bienestar (Pearce & Turner, 1990).

Si esta pérdida de bienestar se acompaña de una compensación por el agente causante de la externalidad, se dice que está internalizando el efecto (Pearce & Turner, 1990, p.62). Pero para lograr una internalización óptima de los costos externos primero se debe calcular el valor de esos impactos ambientales, para después crear y aplicar los instrumentos económicos adecuados que guíen el comportamiento humano hacia las condiciones de bienestar social.

En abril de 1987, la Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo presentó su informe “Nuestro futuro común”, en el que el mensaje principal era que no puede existir un crecimiento económico sostenido sin un medio ambiente sostenible, por lo que había llegado el momento de elevar el desarrollo sustentable,<sup>2</sup> a la categoría de *ética global* en el que la protección del medio ambiente se reconociera como el cimiento sobre el que descansa el desarrollo económico y social a largo plazo (Pardo, s.f.).

Desde entonces se han formado iniciativas voluntarias o asociaciones como el Consejo Empresarial Mundial para el Desarrollo Sustentable (WBCSD, por sus siglas en inglés) fundado en 1995 para lograr la convergencia entre el sector

---

<sup>2</sup> El desarrollo sustentable se define en este informe como: “*el desarrollo que satisface las necesidades actuales sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras de satisfacer las suyas*” (United Nations, 1987, p.16).

empresarial y el desarrollo sustentable, buscando el logro de beneficios para los accionistas, el medio ambiente y la sociedad. También han participado instituciones de política pública y de regulación como la Comisión Europea quien, en 1990 dentro del “libro verde”, expresó la necesidad de internalizar los costos externos: "*en el centro del conflicto, sin embargo, está el hecho de que la economía de mercado no internaliza los costos medioambientales, sin embargo, tiene la posibilidad de hacerlo*" (Commission of the European Communities, 1990, p.34). Por su parte, la Agencia de Protección Ambiental (EPA, por sus siglas en inglés) definió los costos ambientales como aquellos que tienen un impacto financiero directo en una empresa (costos internos) y los que tiene un impacto hacia los individuos, la sociedad y al medio ambiente por los cuales la empresa no es responsable (costos externos) (White, Savage, Brody & Lach, 1995, pp.20-22). Años más tarde, se creó en 1997 la Iniciativa de Reporte Global (GRI, por sus siglas en inglés) una institución independiente que estableció el primer estándar mundial de lineamientos para la elaboración de memorias de sostenibilidad, las cuales tienen como finalidad medir y comunicar los impactos económicos, ambientales y sociales causados por las empresas debido a sus actividades cotidianas (Iniciativa de Reporte Global [GRI], s.f.).

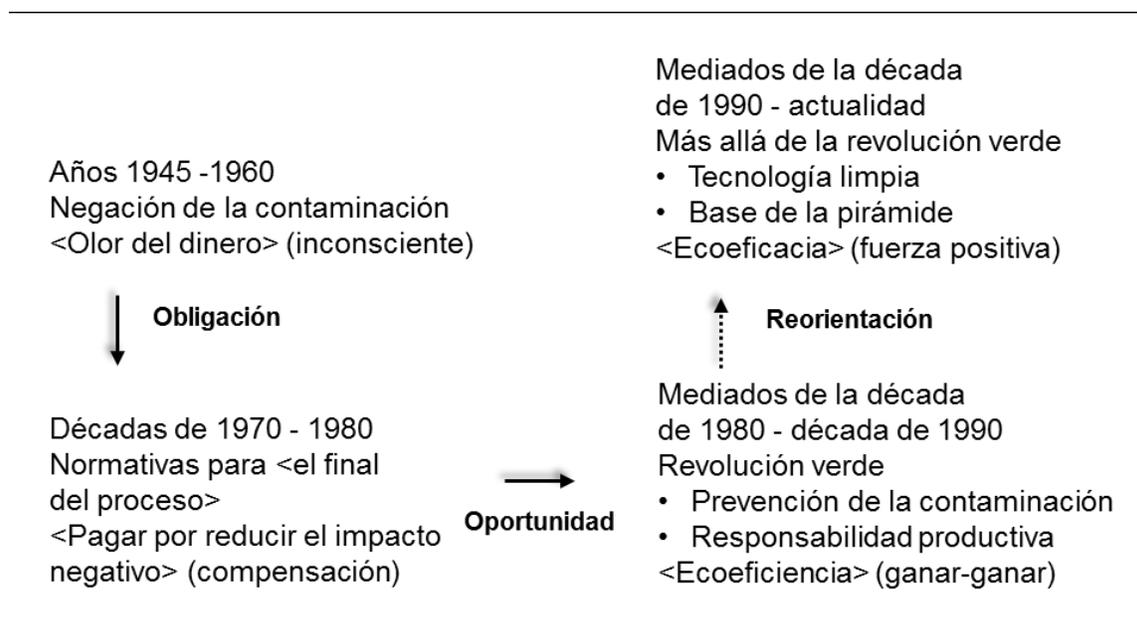
Estos nuevos retos que enfrentan las empresas, a los que Hart llama “*revolución verde*” (2007), se desarrollaron paulatinamente, desde la negación de la contaminación a la conciencia de la importancia de las cuestiones sociales y ambientales, hasta convertir estas cuestiones en oportunidades estratégicas para ciertas compañías dependiendo de su capacidad, competencia y liderazgo. En la actualidad, se espera que las empresas se encuentren en una búsqueda de innovaciones que les permitan superar la revolución verde para convertirse en empresas sustentables globales capaces de crear estrategias corporativas y competitivas que proporcionen beneficios económicos, sociales y medioambientales para todo el mundo (base de la pirámide).

De acuerdo con Hart (2007), desde las décadas de 1970-1980 las empresas comenzaron un camino evolutivo (ver figura 1) hacia la internalización de sus

impactos negativos, primeramente, a través de compensaciones – Obligación –, atendiendo a las regulaciones gubernamentales y normas exigidas a las empresas; posteriormente adoptaron estrategias de ecoeficiencia y prevención de la contaminación buscando reducir su impacto negativo; estrategias que permitieron a las empresas disminuir sus costos – Oportunidad –, a través de la reducción de la contaminación, desechos, emisiones de carbono o uso de energía en divisiones o regiones específicas (Porter y Kramer, 2006). El camino evolutivo de la década de 1990 a la actualidad está en el ámbito más allá de la revolución verde – reorientación – la cual “*implica la búsqueda de innovaciones que puedan convertir en obsoleto lo que actualmente constituye una actividad principal de la compañía*” (Hart, 2007, p.64).

Figura 1

### El largo y tortuoso camino



Fuente: Hart, S. L. (2007). *El capitalismo en la encrucijada: como obtener beneficios empresariales y generar mejoras sociales a un mismo tiempo*, (p. 64), por Barcelona: Deusto. Derechos reservados [2007] por Deusto.

En consecuencia, se creó la necesidad de contabilizar los impactos ambientales para tomar decisiones (contabilidad ambiental) y, regular y mitigar los impactos ambientales (economía ambiental). La contabilidad ambiental proporciona un medio para incorporar las consideraciones ambientales en la toma de decisiones

corporativas (Bracci & Maran, 2013; Dascalu, Caraiani, Lungu, Colceag, & Raluca, 2008), reconociendo la necesidad de cuantificar el impacto al interior del negocio. Dicha cuantificación ayuda a comprender y evaluar las actividades empresariales y los logros, ya sean financieras o del medio ambiente (Jones, 2010, p.129). Mientras que la economía ambiental estudia cómo se pueden cambiar las políticas e instituciones económicas con el propósito de equilibrar los impactos ambientales con los deseos humanos y las necesidades del ecosistema en sí mismo. Las herramientas de política diseñadas para lograr estos fines incluyen impuestos, tarifas de usuarios, subsidios y aclaraciones de derechos de propiedad (Pérez, Ávila y Aguilar, 2010).

Una empresa puede guiar sus actividades operativas hacia la maximización de su rentabilidad a largo plazo teniendo en cuenta los costos externos ambientales, sobre todo en la medida en que pueden ser requeridos para internalizarlos en el futuro. La adopción de estos métodos puede ayudar a la organización a ocupar una posición competitiva más fuerte en relación con las empresas que no los consideran.

### 1.1 Externalidades e internalización

Una externalidad se puede definir como la ocurrencia de acciones de una persona o empresa que afectan a otra entidad sin su autorización (Kolstad, 2001, p.104), también pueden ser vistas como el resultado de la incapacidad para establecer derechos de propiedad (Coase, 1960). Porque son efectos secundarios de la actividad económica y sus costos no forman parte de los precios pagados por los productores o los consumidores.

De acuerdo con Baumol, Oates y Pujana, para que una externalidad exista debe cumplir con dos condiciones; la primera condición establece que cuando la función de utilidad o producción de algún individuo incluya variables monetarias, cuyos valores son elegidos por otros (personas, sociedades mercantiles y gobiernos) estos no consideren los efectos en el bienestar del individuo y la segunda exigencia, se refiere al hecho de no recibir una compensación (paga) por el agente contaminador

en igual cantidad, es decir, en valor a los beneficios o costos (marginales) ocasionados (1982, p.19).

Entonces una externalidad existe si la actividad satisface la primera condición, donde se establece la relación entre los agentes que provocan la existencia de la externalidad y los afectados, aunque esta relación no se refiere a la dependencia entre los agentes. Además, Kolstad y Baumol *et al.* coinciden en que una externalidad no es un acto deliberado, es decir, no se trata de un daño intencional que se le causa a otro, o un bien intencional hacia otro (altruismo) y tampoco es el acto por el que se recibe un pago (Kolstad, 2000, p.104; Baumol, Oates & Pujana, 1982, p.19).

Entonces las externalidades (costos o beneficios) pueden surgir de la producción y recaer en algún otro agente que no es el productor, o también este costo o beneficio puede surgir del consumo y recaer en algún otro que no es el consumidor (ver figura 2). Entre las principales características de las externalidades se encuentran (Baumol, Oates & Pujana, 1982; Mosteanu & Iacob, 2009):

- Estos costos son a menudo descuidados
- Pueden ser positivas o negativas
- Disminuyen el bienestar de las personas
- Dañan a los grupos cuyos intereses no están representados
- La identidad del productor no siempre se conoce
- Dan lugar a soluciones económicas y políticas subóptimas
- Llevan a un uso ineficiente de los recursos de una sociedad

Figura 2

**Combinaciones de externalidades por el origen de la actividad**

---

- De consumidor a consumidor	→	Externalidades puras de consumo
- De productor a productor	→	Externalidades puras de producción
- De consumidor a productor	}	Externalidades de producción mixta
- De productor a consumidor		

---

Fuente: elaboración propia con base en Mosteanu, T., & Iacob, M. (2009). Principles for Private and Public Internalisation of Externalities. A Synoptic View. *Theoretical & applied economics*, pp.37-38.

Estas combinaciones por origen de la actividad pueden ser externalidades puras de consumo, es decir de consumidor a consumidor o puras de producción, de productor a productor, y también pueden ser de consumidor a productor o de productor a consumidor considerándose externalidades de producción mixtas. Por lo que se dice que una externalidad es:

1. *De productor a productor.* Cuando el comportamiento de un individuo o empresa que produce influye sobre uno o más elementos que modifican el comportamiento de otro productor, por ejemplo, los relaves de una minera contaminan el río que sirve para el abastecimiento de las piscigranjas de la parte baja (Bator, 1958; Mosteanu & Iacob, 2009).
2. *De consumidor a consumidor.* Cuando el comportamiento de los consumidores afecta a otro consumidor, por ejemplo, un vecino consumidor de música tecno a 140 decibelios (Bator, 1958; Mosteanu & Iacob, 2009).
3. *De consumidor a productor.* Cuando los intereses y necesidades de los consumidores generan cambios en el comportamiento del productor (diseño, uso de tecnología, mayor ingreso, etc.), tal es el caso por ejemplo de una campaña de promoción y difusión de la papa que ha incrementado el consumo de diversas variedades de papa, pero a su vez ha producido sobreproducción de una variedad en particular (Bator, 1958; Mosteanu & Iacob, 2009).

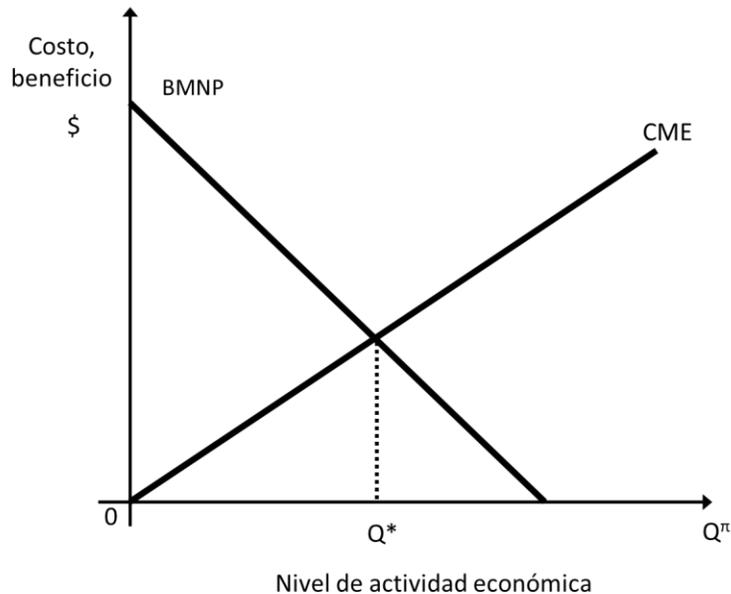
4. *De productor a consumidor.* Cuando el comportamiento de algunos elementos que intervienen en la producción afecta el bienestar de sus beneficiarios, como el caso de un apicultor que produce miel y sus abejas ayudan a polinizar los árboles frutales del vecino o la vacuna desarrollada por una farmacéutica que previene enfermedades (Bator, 1958; Mosteanu & Iacob, 2009).

Partiendo de la idea, de que una empresa para realizar su actividad económica genera contaminación, entonces el contaminador incurre en costos para la realización de su actividad y recibirá beneficios en forma de ingresos, la diferencia entre los ingresos y el costo es el beneficio neto privado (BNP), por lo tanto, el beneficio marginal privado neto (BMPN) es el beneficio neto adicional de cambiar el nivel de actividad en una unidad. Por el contrario, se expresa como CME, al costo marginal externo que es el valor del daño extra hecho por la contaminación derivada de la actividad (Pearce & Turner, 1990, p.62).

El nivel de externalidad óptimo, se presenta cuando el BMNP es igual al CME, es decir, cuando las dos curvas se interceptan, ver gráfica 1. En este punto el nivel de producción  $Q^*$  es el intermedio entre el daño ambiental igual a 0 y la maximización de beneficios del productor, que dañaría mucho al ambiente. Cualquier producción (contaminación) que rebase los niveles de  $Q^*$  excede la capacidad asimilativa del medio ambiente y las externalidades negativas ocurren.

Gráfica 1

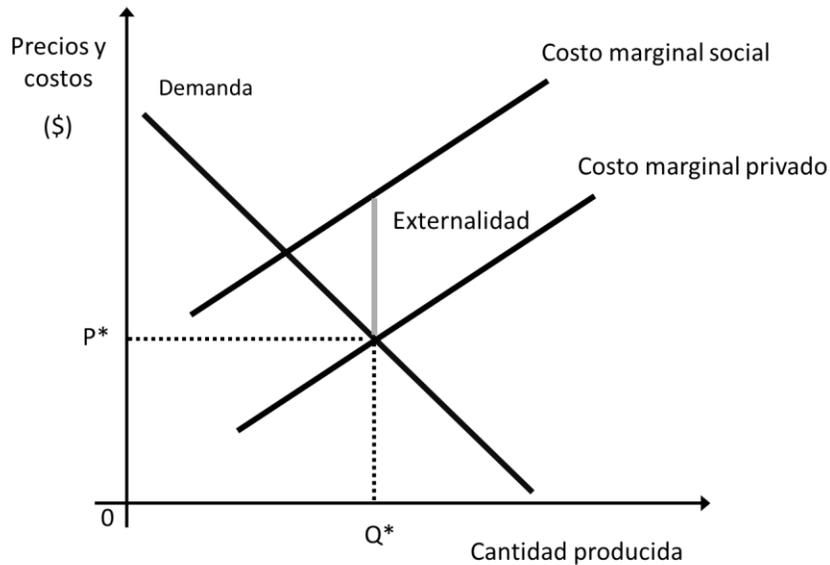
**Nivel óptimo de contaminación**



Fuente: adaptado de Pearce, D. W., & Turner, R. K., (1990). *Economics of natural resources and the environment*, (p.63), Baltimor: Johns Hopkins University Press. Derechos reservados [1990] por Johns Hopkins University Press.

Con el fin de explicar de forma gráfica que es una externalidad, en la gráfica 2 se ejemplifica que a un precio  $P^*$  y cantidad de producción  $Q^*$  existe una curva de demanda del producto y una curva de oferta o costo marginal privado, es decir, el costo de producir una unidad adicional del producto. Dado que la producción genera un costo externo representado en la gráfica como la curva de costo marginal social. Los costos privados de dicha actividad serán menores que los costos sociales, ya que estos influyen tanto en los costos privados como en los costos que recaen sobre terceros (Turner, Pearce & Bateman, 1993).

Gráfica 2  
Expresión gráfica de la externalidad



Fuente: adaptado de Pearce, D. W., & Turner, R. K., (1990). *Economics of natural resources and the environment*, (p.68), Baltimor: Johns Hopkins University Press. Derechos reservados [1990] por Johns Hopkins University Press.

La internalización de los costos externos o externalidad es la compensación por el agente causante de la externalidad (Pearce & Turner, 1990, p.62) y se refiere a incluir los costos externos dentro de los costos privados de producción, lo que implica una reevaluación de cómo identificar y medir los costos de los procesos y productos atendiendo a la depuración o eliminación de la contaminación generada por la actividad económica (Piciu & Militaru, 2013). En consecuencia, el costo social se define como el costo total de la actividad económica y está compuesto por el costo privado y el costo externo.

Dicho en palabras de Pigou, una externalidad aparece cuando la actividad económica desarrollada por individuos o empresas genera un efecto favorable o perjudicial no deseado sobre terceros, por el que no son compensados (1950, p.128, citado por Pérez *et al.*, 2010). Por lo que, cuando los costos externos son tomados en cuenta (interiorizados) en la producción, esta se moverá de un beneficio privado impulsado por el mercado o nivel óptimo de producción a un nivel óptimo social de producción.

Para aclarar la diferencia entre el valor del producto neto marginal privado y el social, se retoma la definición de Pigou del producto neto marginal social:

*“El producto total [...] de los recursos invertidos [...] sin tener en cuenta a quienes revertirán las partes de que se compone este producto. Todos los efectos tanto positivos como negativos que recaen en terceras personas, se deben incluir al fijar el producto neto marginal”* (Pigou, 1946, citado por Pérez, Ávila y Aguilar, 2010, pp.44-45).

Si una externalidad es la diferencia entre los costos sociales y privados, el internalizar el costo externo, reducirá el impacto de la externalidad, pero no quedará reducida a cero. Es por ello que las decisiones de producción deben considerar las externalidades, para no perder el recurso o insumo y disminuir al mismo tiempo los niveles de contaminación.

Existen diversos instrumentos para alcanzar los objetivos ambientales, los cuales se clasifican en (Aguilar, Pérez y Ávila, 2010; CEPAL, 2015):

- Instrumentos de comando y control o regulaciones directas
- Instrumentos de mercado
- Incentivos flexibles
- Programas voluntarios

Los instrumentos de comando y control, como su nombre lo indica tienen el propósito de controlar la contaminación, los instrumentos que más se emplean son las normas ambientales, las cuales pueden ser obligatorias o voluntarias. Vinculado a este concepto en Pearce y Turner (1990) sostiene que el éxito de la aplicación de este instrumento es el incentivo para no transgredir la norma, la vigilancia de la misma por parte las autoridades (probabilidad de ser aprehendido) y la información disponible para calcular el monto de la multa y el daño ambiental óptimo.

Con los instrumentos de mercado se busca darle un precio a la contaminación de manera que se pueda absorber en el sistema de mercado, los principales instrumentos son los impuestos, los subsidios, los reglamentos y los mercados de emisiones:

- *Impuesto*, su propósito es ser un instrumento correctivo capaz de reducir las acciones que generan externalidades a un nivel óptimo y no a compensar directamente a los afectados, percibido por cada unidad de la producción que genera externalidades (Aguilar *et al.*, 2010; CEPAL, 2015).
- *Subsidio*, incluye incentivos tributarios (depreciación acelerada, gastos parciales, exoneraciones y aplazamientos de impuestos) subvenciones y préstamos con bajos intereses para inducir a la reducción de la cantidad de descargas de los contaminadores (Aguilar *et al.*, 2010; CEPAL, 2015).
- *Derechos de emisión negociables*, permiten alcanzar un cierto nivel de producción y tienen como característica su transferibilidad entre las partes. Las empresas o países capaces de reducir la contaminación por encima del nivel permitido por la ley, pueden vender los derechos de emisiones restante a aquellas empresas o países que, por diversas razones, no pueden o no quieren reducir la contaminación por debajo del límite máximo (Aguilar *et al.*, 2010; CEPAL, 2015).
- *Sistemas de reembolso del depósito*, en este enfoque los consumidores pagan un recargo cuando adquieren un producto potencialmente contaminante. Cuando los consumidores o usuarios del producto lo devuelven a un centro autorizado para su reciclaje o disposición adecuada, se les reembolsa su depósito (Aguilar *et al.*, 2010; CEPAL, 2015).

Con respecto al impuesto y las normas como medio de internalización, Coase (1960) propone que la internalización de las externalidades debe basarse en la negociación con las partes interesadas, teniendo en cuenta los derechos de propiedad. Cuando los derechos de propiedad son definidos adecuadamente, las negociaciones entre la parte generadora de los efectos externos y la parte afectada determinarán alcanzar el equilibrio social. El gobierno debería intervenir sólo para establecer rigurosamente los derechos de propiedad, el resto de los problemas es responsabilidad del sector privado (Coase, 1960).

Sin embargo, los supuestos de Coase para internalizar los costos externos son funcionales sí los costos de negociación (costos de transacción) entre las partes son bajos y los dueños de los recursos puede identificar la fuente de los daños

causados a su propiedad y si se puede evitar legalmente estos daños. De acuerdo con Mosteanu, es relevante esta solución de Coase para situaciones donde sólo unas pocas partes están involucradas, los factores externos son de una pequeña escala, la producción es local y su fuente está bien definida (2009).

Por su parte, los incentivos flexibles son instrumentos en los cuales se especifican objetivos de gestión ambiental, pero se deja al productor la libertad de seleccionar la manera de alcanzarlos, algunos ejemplos son las ecoetiquetas, la certificación verde, la educación, la asistencia técnica, entre otros (Aguilar *et al.*, 2010, p.235).

Mientras que los programas voluntarios son aquellos que se ocupan para controlar la contaminación difusa, siendo esta aquella que no se puede observar ni cuantificar y tampoco es posible identificar al responsable de la descarga, así que no se puede monitorear; por lo que suelen utilizarse pagos verdes, investigación y desarrollo, y las normas propuestas por la Organización Internacional para la Normalización (ISO, por sus siglas en inglés).

La elección de un tipo de instrumento de internalización de las externalidades se puede hacer de acuerdo con el objetivo fijado por el gobierno, que puede reducir la contaminación y a su vez, reducir los costos por las reducciones de la contaminación (Mosteanu, 2009).

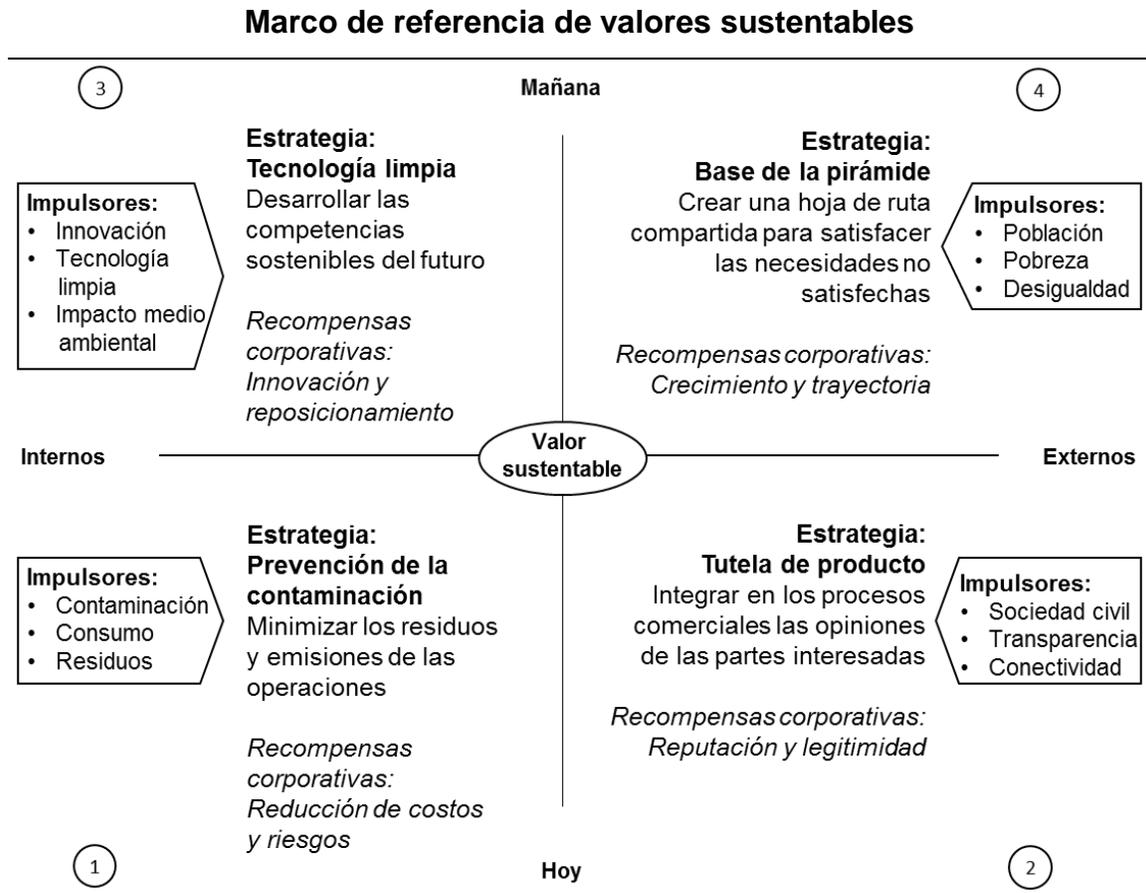
## 1.2 Estrategias para la internalización de los costos externos

Cada empresa debe encausar sus prácticas o iniciativas sustentables en la forma más apropiada de acuerdo con la estrategia particular de cada una, pueden ser una fuente de oportunidades, innovación y ventaja competitiva en vez de solo un costo, limitante o acto de beneficencia (Porter y Kramer, 2006).

En este sentido, Hart (2007) propone cuatro estrategias para que las empresas multinacionales puedan atender a las obligaciones ambientales al mismo tiempo que generan ventajas competitivas sustentables (ver figura 3). Estas estrategias pensadas para solucionar problemas sociales y ambientales implementan actividades que permiten la internalización de los costos externos, sin embargo, no

todas las empresas podrán cumplir con todas las estrategias y grados de internalización, será de acuerdo con sus capacidades y visión.

Figura 3



Fuente: Hart, S. L. (2007). *El capitalismo en la encrucijada: como obtener beneficios empresariales y generar mejoras sociales a un mismo tiempo*, (p.116), por Barcelona: Deusto. Derechos reservados [2007] por Deusto.

El cuadrante uno representa la estrategia *prevención de la contaminación* y se centra en aquellos aspectos del rendimiento de naturaleza interna, es decir, la reducción de costos y riesgos para permitir la eficacia de los recursos y la prevención de la contaminación. La prevención eficaz de la contaminación exige una amplia implicación de los empleados, una mejora continua y capacidad para la gestión de la calidad. Esta estrategia tiene como oportunidades el consumo de materiales, los residuos y la contaminación.

La estrategia *tutela de producto*, ubicada en el cuadrante dos, sigue en la dimensión de rendimiento próximo, pero incluye a las partes interesadas externas

(proveedores, clientes, reguladores, comunidades, organizaciones no gubernamentales, etc.), promueve la transparencia y la gestión del ciclo de vida; esta última amplía la cadena de valor más allá de los límites tradicionales, al incluir dentro de la responsabilidad de la empresa los costos y beneficios de los productos desde las materias primas hasta la producción y su eliminación. Esta estrategia se apoya de la reputación que la empresa puede generar por ofrecer productos que generen beneficios sociales y ambientales.

Para llevar a cabo la estrategia de *tecnologías limpias*, no solo se debe pensar en operar eficazmente en la actualidad sino también pensar en la generación de los productos y servicios del futuro, lo que implica desarrollar o adquirir nuevas tecnologías y competencias a través del desarrollo de tecnologías y capacidades nuevas y limpias. La oportunidad de esta estrategia está especialmente en desarrollar tecnologías innovadoras que permitan la reducción de impactos negativos a través de la independencia de combustibles fósiles, recursos naturales y otros materiales tóxicos dentro de las actividades operativas (Hart, 2007, p.120).

En el cuadrante cuatro, se encuentra la estrategia *base de la pirámide*, misma que se centra en identificar las necesidades de los mercados del futuro, es decir, prepararse para llegar a mercados que antes no se tenían y buscar el desarrollo social y la creación de riqueza a escala, sobre todo de la población de la base de la pirámide. Hace referencia a las necesidades no satisfechas de los que se encuentran en la base de la pirámide, como un mercado de oportunidades que deben ser atendido con soluciones innovadoras que incluyan sustentabilidad en colaboración con las partes interesadas.

Hart plantea que en la medida en que se avance en la implementación de estas cuatro estrategias la empresa será capaz crear valor sustentable, es decir, crear valor accionario que al mismo tiempo impulse hacia un mundo más sustentable y, de esta manera no solo se verán a las regulaciones o exigencias sociales como un sacrificio del rendimiento financiero (Hart, 2007, p.53) sino como una ventaja competitiva.

Por su parte, Glavič y Lukman (2007) coinciden en que, para lograr la sustentabilidad dentro de una empresa, esta pasa por un proceso progresivo de implementación de diversas actividades que le permitan tener un crecimiento en el largo plazo. Ellos agrupan diversas actividades y conceptos orientados hacia la sustentabilidad en cinco niveles – principios, enfoques, estrategias o subsistemas, sistemas y políticas – representados en una pirámide, y a su vez ellos dividen estas actividades en las tres esferas de la sustentabilidad: económica, ambiental y social.

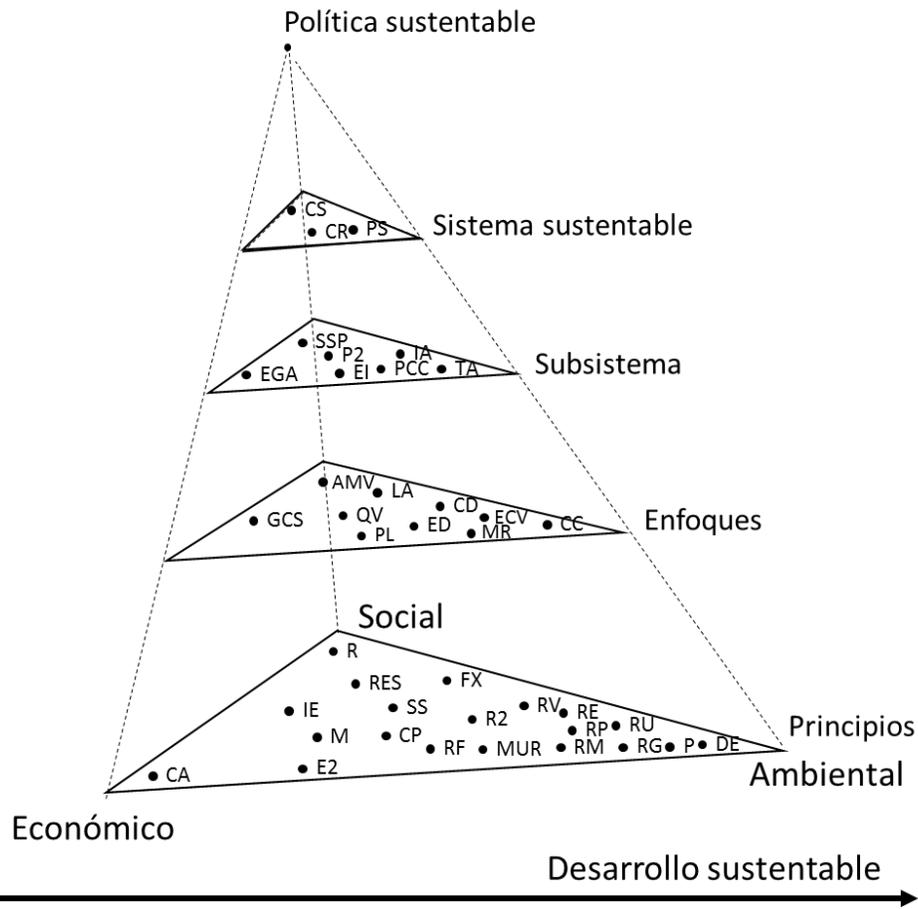
Cada nivel representa un escalón hacia la política sustentable (ver figura 4), que es el máximo nivel, estas políticas implican un desarrollo en todos los niveles, en las instituciones, empresas, gobiernos, tanto en el nivel nacional como internacional, es decir, son un conjunto de planes y estrategias diseñadas por un grupo de personas con el fin de realizarlas en situaciones particulares (Glavič & Lukman 2007, p. 1883).

En la base de la pirámide se encuentran los principios, que son los lineamientos o acciones base sobre los que se construyen los demás niveles, estos principios permiten establecer un sistema más complejo, en este nivel se encuentran actividades como la contabilidad ambiental, el reciclaje y reuso, el principio del que contamina paga - *polluter pays* - e informar a las partes interesadas (Glavič & Lukman 2007, p. 1876). Estos principios se agrupan en actividades que tiene un mismo fin para ir más allá de actividades aisladas, las cuales se llaman enfoques o tácticas y componen el segundo nivel de la pirámide, ejemplos de enfoques son el control de la contaminación, la producción limpia, la minimización de recursos y la evaluación del ciclo de vida (Glavič & Lukman 2007, p. 1882).

Las estrategias, conforman el tercer nivel, y tiene como objetivo integrar la conservación del medio ambiente y contribuir al bienestar humano en el corto y largo plazo (Glavič & Lukman 2007, p.1881), algunas estrategias son: la ingeniería ambiental, la prevención y control de la contaminación y la gestión ambiental. De igual manera estas estrategias se agrupan para conformar una entidad coherente llamada sistema, cuyo objetivo es generar un cambio de patrones, de pensamiento y estilo de vida; los sistemas comprenden un consumo sustentable, un cuidado responsable y una producción sustentable.

Figura 4

**Clasificación de actividades orientadas hacia la sustentabilidad**



AMV, acuerdo ambiental voluntario; CA, contabilidad ambiental; CC, control de la contaminación; CD, cero desperdicio; CP, principio “El que contamina paga”; CR, cuidado responsable; CS, consumo sustentable; CV, química verde; DE, degradación; DS, desarrollo sustentable; ECV, evaluación del ciclo de vida; ED, eco-diseño; EGA, estrategia de gestión ambiental; EI, ecología industrial; E2, eco-eficiencia; FX, factor X; GCS, gestión de la cadena de suministro; IA, ingeniería ambiental; IE, inversión ética; LA, legislación ambiental; M, mutualismo; MR, minimización de residuos; MUR, minimización de uso de recursos; P, purificación; PCC, prevención y control de la contaminación; PL, producción limpia; PO, política; PS, producción sustentable; P2, prevención de la contaminación; R, informar a las partes interesadas; RE, reciclaje; RES, responsabilidad social; RF, reducción de la fuente; RG, regeneración; RM, refabricación; RP, reparar; RU, reuso; RV, recuperación; R2, recursos renovables; SS, salud y seguridad; SSP, sistemas de servicios de productos y TA, tecnología ambiental.

Fuente: Beristain, G. Mendoza, I. y Vera, P. (s.f.). Gobernanza y liderazgo sustentable: el caso de la adopción de estrategias en la industria del cemento en México. En Cruz, M. (coord.), *Estrategias de las empresas líderes para implementar y promover criterios de sostenibilidad en las cadenas de valor en Latinoamérica*, México: FCA Publishing.

Cabe resaltar que existen similitudes en la clasificación de Hart y Glavič y Lukman, en el sentido de que las empresas pasan primero por una etapa de adaptación de

las responsabilidades ambientales y sociales a su actividad productiva, a una implementación de actividades encaminadas a medidas de eficacia como la minimización de uso de recursos y estrategias de gestión ambiental que primeramente permean en su calidad, en la minimización de emisiones y su desempeño económico; de esta manera, después las empresas involucran a las partes interesadas externas (dimensión inferior del modelo de Hart y principios y enfoques de Glavič y Lukman), y así continuar con la ejecución acciones orientadas a contribuir no solo al corto y sino también al largo plazo del bienestar humano a través de desarrollar tecnologías innovadoras, como la ecología industrial y la producción limpia, que permitan la reducción de impactos negativos (dimensión superior izquierda del modelo de Hart y estrategias de Glavič y Lukman).

Aunque Glavič y Lukman no consideran de manera directa la creación de nuevos mercados que permitan atender a las necesidades insatisfechas de la sociedad de la base de la pirámide como oportunidad para la empresa, si concuerdan en que para lograr un desarrollo sustentable se debe abordar a través de múltiples estrategias interdependientes, siempre considerando a todas las partes interesadas y no solo a través de una medida corporativa única.

El desafío para las compañías es decidir qué medidas e iniciativas deben tomar y cuál es la mejor manera de gestionarlas, para ello hay que evaluar la capacidad de la compañía (Hart, 2007, p.120).

### 1.3 Valoración de los costos externos

Los beneficios del control de la contaminación se pueden dividir en dos categorías: los beneficios del mercado y los beneficios de no mercado. Los beneficios del mercado se valoran de acuerdo con su valor monetario; mientras que el valor para los beneficios de no mercado se debe estimar con el uso de herramientas económicas.

Por ejemplo, la limpieza de un río puede provocar un aumento de las cosechas de peces comerciales, un mayor uso de los servicios turísticos, y menos gastos médicos y pérdida de días de trabajo debido a enfermedades transmitidas por el

agua; la medición de estos beneficios del mercado en términos monetarios es un enfoque natural. Sin embargo, existen métodos para medir los beneficios que se encuentran fuera del mercado, como por ejemplo en este caso, incluiría un mayor uso recreativo del río (canotaje, natación, pesca), el disfrute de la diversidad de más especies en el río, y una reducción en la mortalidad por muertes prematuras a causa del mal estado del agua. Los beneficios de no mercado se miden al inferir la cantidad de dinero que la gente estaría dispuesta a pagar (o aceptar) para estos beneficios, si existiera un mercado para ellos (Goodstein, 2008, p.142).

Las dificultades en la medición de los beneficios de no mercado, se encuentran en la necesidad de estimar el riesgo asociado a los contaminantes industriales (Goodstein, 2008, p.142). Estos, se pueden dividir en tres categorías: el de uso, la opción de uso y los valores de existencia; el valor de uso es justo eso, el valor por utilizar el recurso ambiental; mientras que un recurso ambiental tendrá valor de opción, sí en el futuro los beneficios que podría producir son inciertos y el agotamiento del recurso es efectivamente irreversible, este caso, se estaría dispuesto a pagar algo meramente para conservar la opción de que el recurso podría resultar útil en el futuro. Finalmente, el valor de existencia se refiere a la inclusión indirecta de la degradación del medio ambiente, por ejemplo, el deseo de preservar la existencia de las especies entonces sería pagado con la protección de peligro de extinción - aunque estas especies no tengan ningún uso o valor de la opción - (Goodstein, 2008, pp.143-144). Por lo tanto, el valor total de un recurso ambiental es la suma de las tres categorías.

Existen tres enfoques básicos de medición económica de los beneficios ambientales. Los dos primeros consideran las mejoras ambientales para medir el valor monetario de estos beneficios, estimando la demanda de los bienes ambientales a través del comportamiento (métodos de preferencias reveladas) o actitudes (método de preferencias declaradas) y, el tercer enfoque, engloba los métodos experimentales.

El enfoque de preferencias reveladas busca estimar la demanda de un bien a través de la asociación de los atributos del bien o factor de la producción con su percepción

con los beneficios o costos ambientales, es decir, su valor se puede estimar indirectamente a través del análisis del comportamiento observado en la población involucrada en un mercado. Entre los métodos de este enfoque se encuentran:

- a) *El método de costo del viaje*: se utiliza para medir los beneficios asociados con los recursos recreativos, tales como ríos, parques, playas, etc.; basados en el mercado para estimar los valores no monetarios, es decir, el gasto de viajar a estos sitios y el consumo independiente de la cuota de entrada. Algunas de las variables consideradas en este método, pueden ser los ingresos, gustos, costos de oportunidad de viaje, la intensidad del uso de recursos de los consumidores, entre otros. El punto delicado de este método es el estudio de las variables que podrían afectar la demanda (Mendelsohn & Olmstead, 2009; Goodstein, 2008).
- b) *El método de precios hedónicos*: la idea principal es que el precio de un bien es realmente una suma de los precios implícitos de cada una de sus características; el objetivo es estimar la utilidad asociada con un ambiente mejorado, se utiliza el cambio en los precios de los bienes relacionados para inferir una disposición a pagar por un ambiente más saludable. La clave de estos estudios es definir y controlar los otros factores que pueden afectar el cambio en el precio del bien relacionado (Mendelsohn & Olmstead, 2009; Goodstein, 2008), ya que se puede estimar a partir de los datos relativos a los precios y atributos de la vivienda, sin embargo, la estructura de los precios de mercado a mercado o de año a año, puede diferir significativamente, por lo que se debe tomar en cuenta la estabilidad temporal de los parámetros estimados (Tyrvainen & Miettinen, 2000).

El segundo enfoque corresponde a las preferencias declaradas, este se basa en simular un mercado en el que los encuestados expresan sus valoraciones hipotéticas de las mejoras reales en los entornos ambientales (Pearce & Turner, 1990).

- a) *El método de valor contingente*: busca medir los beneficios de la protección ambiental a través de encuestas, es decir, las respuestas de los

encuestados son contingentes a las preguntas formuladas (Goodstein, 2008, p.150). El objetivo es estimar un precio a la protección ambiental, que puede ser a través de una política ambiental, considerando la preocupación por el medio ambiente, la posición hacia temas ambientales y el gasto destinado por parte de los encuestados.

El último enfoque, engloba a los mercados experimentales o contruidos, estos métodos calculan una relación dosis-respuesta, entre la contaminación y algún efecto, obteniendo una medida de preferencia por el efecto aplicado; no constituyen un método para encontrar la voluntad de pago para el beneficio ambiental o la compensación por el daño ambiental (Pearce & Turner, 1990, p.142).

En la tabla 1, se muestran los artículos consultados acerca de la internalización de costos externos ambientales, identificando los impactos externos estimados y su metodología, así como la clasificación de las propuestas dentro de las estrategias de Hart (2007) para la creación de valor sustentable. En todos los casos, para la estimación de los impactos ambientales; los autores primero identifican las repercusiones de los impactos ambientales o externalidades que se desean internalizar, después se identifican las variables que provocan esas repercusiones, así como su relación con la actividad productiva para la valoración de los costos externos. Por ejemplo, en el caso de la contaminación del aire por la producción de energía eléctrica, las repercusiones principales se encuentran en la salud, la vegetación y el calentamiento global (Mayeres, Ochelen, & Proost, 1996; Georgakellos, 2007); por lo que para su estimación se considera:

- El aumento de las emisiones contaminantes, como: emisión de óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>), dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>), compuestos orgánicos volátiles (COV), etc., de acuerdo con las condiciones atmosféricas químicas y físicas.
- La densidad de población cerca de las fuentes de emisión
- Los cultivos rurales

Estas variables deben estar relacionadas con la producción anual de electricidad de cada planta de energía; de esta manera se calcula el costo externo correspondiente por cada megavatio-hora (MWh) de electricidad producida (Georgakellos, 2007).

Tabla 1  
Estudios de internalización de costos externos ambientales

Continúa

Autores	Objetivo	Impactos	Método	Conclusiones	Enfoque	Estrategias Hart (2007)
Mayeres, Ochelen, y Proost, 1996	Medir los costos externos marginales del transporte urbano (autos, camiones transporte urbano público)	Congestión, - accidentes, contaminación del aire y ruido	Metodología ExternE 2 y método hedónico de la vivienda	Los costos externos varían ampliamente en función del volumen de tráfico (el nivel más bajo de tráfico y la velocidad) y en función del tipo de vehículo utilizado.	Preferencias reveladas Relaciones dosis-respuesta	1 y 2
Neill y Williams, 2015	Evaluar los costos externos ambientales, los costos privados de producción y los costos sociales totales asociados con varias opciones de envases de leche líquida (vidrio, plástico y cartón)	Uso de energía de la producción y el transporte, emisiones y residuos postconsumidores	Evaluación del ciclo de vida ambiental	La opción embotellada de vidrio representa el costo medioambiental más bajo, pero representa el costo social más alto, con un costo de producción lo suficientemente alto como para convertirla en la opción menos viable.	Precios de mercado y valor de uso	1, 2 y 3
Kudelko, 2006	Presentar un modelo que predisca la generación, inversión y fijación de precios de las decisiones a medio plazo que se refieren a los mercados polacos de electricidad y calor.	Emisiones (SO <sub>2</sub> , NOx, CO <sub>2</sub> and TSP)	Metodología ExternE*	El bajo volumen de los costos externos generados por las tecnologías de gas y las energías renovables conduce a su uso cada vez mayor. Por lo tanto, el alto nivel de efectos externos hace que todas las tecnologías de reducción deben aplicarse cuanto más se pueda.	Relaciones dosis-respuesta	1, 2 y 3

Tabla 1  
Estudios de internalización de costos externos ambientales

Continúa

Autores	Objetivo	Impactos	Método	Conclusiones	Enfoque	Estrategias Hart (2007)
Borozan, Starcevic y Adzic, 2015	Definir los diversos costos sociales asociados a la generación de energía, internalizando los costos externos durante el primer año	Agua (cuota de uso y tasa de protección), tierra (residuos y uso de suelo), aire (emisiones de CO <sub>2</sub> y NO <sub>x</sub> ), acidificación del aire, calentamiento global, agotamiento de la capa de ozono, degradación de la calidad del agua, toxicidad y agotamiento de los recursos	Evaluación del ciclo de vida y evaluación del impacto con el uso de modelos de simulación	Si todos los costos externos fueran internalizados, su proporción en los costos totales de explotación sin duda afectaría a los costos de producción y, por lo tanto, al precio de venta.	Precios de mercado, valor de uso y relaciones dosis-respuesta	1, 2 y 3
Allacker y De Nocker, 2012	Expresar cómo el bienestar de las generaciones futuras se ve afectado por los impactos causados por actividades en el sector de la construcción	La congestión, accidentes, ruido, costos de mantenimiento, emisiones de CO <sub>2</sub>	Implementación del ciclo de vida y evaluación del impacto	La internalización de los costos externos mejoraría el movimiento hacia viviendas más sustentables sin conducir a la vivienda inasequible. El principio del costo marginal no es adecuado para todas las situaciones. El costo promedio también se debe calcular para dar una referencia más exacta para la fijación de precios de la carretera.	Voluntad de pago y valor de uso, valoración contingente	1, 2 y 3
Fang, Ciommo, Guan, Monzon y Liu, 2009	Estimar del precio de las carreteras para combatir los problemas de congestión del tráfico, el ruido y los problemas ambientales		Modelo de costos por tipo de carreteras (carriles, flujo y velocidad)		Precios de mercado y valor de uso	1 y 2

Tabla 1  
Estudios de internalización de costos externos ambientales

Continúa

Autores	Objetivo	Impactos	Método	Conclusiones	Enfoque	Estrategias Hart (2007)
Gallo, Montella y D'Acierno, 2011	Diseño de la red de tránsito bajo la demanda elástica considerando los costos del sistema de transporte y los costos externos	Contaminación del aire, emisiones de efecto invernadero	Valor promedio de los costos externos producidos por un coche que corre a través de 1 km (€/ km)	La ligera influencia que la internalización de los costos externos produce una red pequeña (una reducción de los usuarios de automóviles producirá una reducción en los tiempos de viaje y el flujo de tráfico).	Precios de mercado y valor de uso	1 y 2
Kaplanović y Mijailović, 2012	Evaluar los impuestos anuales de circulación como medio efectivo de reducciones de emisiones	Emisiones (hidrocarburos, COx, NOx)	Determinación de los impuestos de circulación en función de la edad del vehículo utilizando la regresión por mínimos cuadrados Modelo LAMBIT:	Las cargas fiscales más bajas se imponen a los vehículos con menor emisión de CO <sub>2</sub> y niveles de contaminación. De esta forma, debido a posibles ahorros de impuesto, este impuesto influye en las decisiones sobre las compras de vehículos nuevos y tienden a favorecer los vehículos menos contaminantes.	Precios de mercado y valor de uso	1 y 2
Macharis, Van Hoeck, Pekin y Van Lier, 2010	Analizar el efecto del precio del combustible sobre los costos externos y evaluar el impacto en las áreas de mercado del transporte intermodal	Accidentes, ruido, contaminación del aire, cambio climático y congestión	Modelo LAMBIT: modelo de análisis de localización basado en el sistema de información geográfica	Incluso cuando el precio del combustible se duplica, no puede competir con el efecto de una plena internalización de los costos externos en el área de mercado de transporte intermodal.	Precios de mercado y valor de uso	1 y 2

Tabla 1  
Estudios de internalización de costos externos ambientales

Concluye

Autores	Objetivo	Impactos	Método	Conclusiones	Enfoque	Estrategias Hart (2007)
Pretty, Brett, Gee, Hine, Mason, Morison y Van der Bijl, 2000	Evaluar los costos externos ambientales y de salud de la agricultura en Reino Unido	Daños al agua, aire, suelo, salud humana y pérdida de biodiversidad y paisaje	Modelo híbrido	La necesidad de una reforma de las políticas y escala relativa de los diversos costos externos, así como la reorientación de las ayudas públicas de las actividades contaminantes a las prácticas sustentables.	Precios de mercado y valor de uso	1
Georgakellos, 2007	Estimar los costos externos de los contaminantes del aire asociado con el sector eléctrico griego	Contaminación atmosférica	Herramienta EcoSenseLE	La estimación de los costos externos es importante para los tomadores de decisiones en el sector eléctrico griego, ya que podría ayudarles a desarrollar estrategias para la reducción de emisiones y desarrollar políticas ambientales y energéticas.	Relaciones dosis-respuesta	1, 2 y 3

Fuente. Elaboración propia con base en autores citados.

Notas: \* Es un acrónimo conocido de los “costos externos de la energía” y sinónimo de una serie de proyectos a partir de principios de los 90 hasta el 2005. Es un método de cálculo de los costos externos medioambientales a través del enfoque Impacto-Camino, es decir un enfoque de abajo hacia arriba, en el que los beneficios y costos ambientales se estiman siguiendo el camino del origen o fuente de las emisiones a través de cambios en la calidad del aire, suelo y agua, a los impactos físicos antes de ser expresados en los beneficios y los costos monetarios (University of Stuttgart, 2014).

A continuación, se ejemplifican tres diferentes métodos para estimar los costos externos marginales de la contaminación del aire. El primer caso, es referente a las emisiones del transporte urbano, y la determinación del costo externo marginal se hace sobre la base de las preferencias relevadas a través de los niveles de contaminación del aire acordados a nivel internacional. El primer paso para la valoración de las emisiones del transporte, es establecer la relación entre un cambio en las emisiones y los niveles de concentración resultantes de los diferentes contaminantes del aire, en este caso se hizo a través de modelos de dispersión atmosférica que predicen la propagación de contaminantes. Una vez determinada esta relación se procede a relacionar el cambio en el nivel de concentración con sus efectos en la salud, vegetación, visibilidad y ecosistema con el uso de relaciones dosis-respuesta y finalmente se determina un valor monetario a los diferentes efectos de la contaminación, por ejemplo, a través de las metodologías<sup>3</sup> ExternE 2 y ExternE 9. Encontrando en este caso, que los costos externos varían ampliamente en función del volumen de tráfico y en función del tipo de vehículo utilizado, entre los resultados se encuentra que la contaminación del aire ha disminuido desde 1991 debido a la utilización de vehículos más limpios y a los niveles de velocidad más bajos (Mayeres *et al.*, 1996).

El segundo caso, es referente al cálculo de la contaminación atmosférica asociada con el sector eléctrico en las centrales térmicas en Grecia (Georgakellos, 2007), con un método similar al anterior, utilizan la herramienta EcoSenseLE (desarrollada de la serie de proyectos ExternE) la cual también utiliza una función dosis-respuesta y evalúan los impactos sobre la salud, los cultivos, los materiales de construcción, los bosques, y los ecosistemas, con:

*“Datos europeos de distribución de receptores (población, cultivos, materiales de construcción), emisiones de fondo (cantidad y distribución espacial) y meteorología, mientras que las entradas requeridas son emisiones anuales de NO<sub>x</sub>, SO<sub>3</sub>, PM<sub>10</sub>, CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>O, CH<sub>4</sub> y los contaminantes considerados son O<sub>3</sub>, SO<sub>3</sub>, PM<sub>10</sub>, sulfatos,*

---

<sup>3</sup> Es un acrónimo conocido de los “costos externos de la energía” y sinónimo de una serie de proyectos a partir de principios de los 90 hasta el 2005. Es un método de cálculo de los costos externos medioambientales a través del enfoque Impacto-Camino, es decir un enfoque de abajo hacia arriba, en el que los beneficios y costos ambientales se estiman siguiendo el camino del origen o fuente de las emisiones a través de cambios en la calidad del aire, suelo y agua, a los impactos físicos antes de ser expresados en los beneficios y los costos monetarios (University of Stuttgart, 2014).

*nitratos y gases de efecto invernadero” (IER, 2004, citado por Georgakellos, 2007, p.262).*

La evaluación se hizo del 2004 al 2030, considerando los diferentes tipos de plantas de energía en función al combustible utilizado (gas natural, lignito y petróleo), teniendo como resultados que la generación de electricidad con gas natural tiene un menor costo externo que las de lignito o petróleo. Estableciendo con esto que el costo externo asociado con el cambio climático provocado por esta actividad representa más del 52 por ciento del costo total externo, mientras que el costo asociado con la mortalidad humana es más del 26 por ciento del total (Georgakellos, 2007).

El último ejemplo, se trata del cálculo del consumo de emisiones de dióxido de carbono en la producción de envases de leche; en el cual Neill y Williams (2015) realizan la estimación de los costos externos de los procesos productivos a través del valor económico de las emisiones dentro de los mercados para el carbono. En este análisis, la cuantificación de las emisiones de carbono se deriva de Tol (2005) cuyo estudio crea una distribución en la que se calcula un costo medio por tonelada de carbono a partir de otros estudios, con un nivel relativamente alto de aversión al riesgo y un nivel medio temporal de los daños (Neill & Williams, 2015, p.74).

De esta manera, el mismo impacto ambiental es calculado con métodos diferentes y estableciendo diferentes supuestos y variables, como en algunos casos se consideraron alternativas y tecnologías más limpias dentro de la producción que permitieran también un bienestar económico para la empresa.

Entre los impactos que también suelen estimarse se encuentran el ruido, los residuos generados y el consumo de energía. Para el caso de la contaminación del **ruido** se suele utilizar el método hedónico de la vivienda, que es mayormente utilizado para estos costos externos; el impacto es medido por decibelios (dB) y dependiendo del impacto ambiental a estimar y la actividad productiva es multiplicado el nivel excedido de ruido permitido por la variable establecida, por ejemplo, para estimar el costo externo del transporte urbano se multiplica el nivel de ruido por encima del umbral de 50 dB (delimitado por una institución gubernamental)

por el número de kilómetros de carretera, así los estudios de precios hedónicos sobre el ruido del tráfico indican una depreciación del valor de la vivienda de 0.4% a 0.5% dB (Mayeres *et al.*, 1996, p.126).

En el caso de los **residuos**, estos son estimados de acuerdo al producto, es decir, se consideran los volúmenes y el peso de los residuos generados en la producción o postconsumo, por ejemplo, en la producción de envases de leche los residuos generados después de ser consumidos son multiplicados por su costo de eliminación, dado por la Agencia de Medio Ambiente (Neill & Williams, 2015). Asimismo, el uso de la **energía** es estimando con el consumo de kilovatios hora (kWh) multiplicado por el precio promedio del mercado, para el mismo caso de la producción de envases de leche el consumo de kWh se calcula en la producción (del contenedor, el proceso de llenado, y todo el transporte involucrado en el proceso) y se multiplica por el precio promedio del mercado (Neill & Williams, 2015). En donde estos últimos costos externos se estiman con las regulaciones ambientales aplicables en cada país o región y su valor monetario establecido en el mercado.

En relación con los instrumentos utilizados para la valorización económica se encuentran los instrumentos de comando y control, como son los estándares de emisiones regulados por la Unión Europea (Tol, 2015) o los costos externos reportados por el Departamento de Medio Ambiente, Transporte y Regiones sobre la contaminación del agua en Inglaterra (Pretty *et al.*, 2000). Igualmente se utilizan instrumentos de mercado, como los derechos de emisión negociables en Neill y Williams (2015) con el mercado del carbono; y el impuesto, como medio efectivo de reducciones de emisiones para combatir los problemas de congestión del tráfico, el ruido y los problemas ambientales (Kaplanović & Mijailović, 2012; Fang, Ciommo, Guan, Monzon & Liu, 2009). Por otro lado, la valoración de los costos externo también se puede hacer a través de programas voluntarios como en Allacker *et al.*

(2012) que para estimar los costos externos de las viviendas implementaron la evaluación del ciclo de vida, basado en la ISO 14040<sup>4</sup>.

Dentro de las conclusiones de los estudios mencionados anteriormente se puede resaltar la coincidencia en la necesidad de la interacción entre sectores para un control eficaz de la contaminación (Pretty *et al.*, 2000), al igual que la preocupación por los problemas ambientales que todavía existen en diversos sectores (Fang *et al.*, 2009). Al mismo tiempo deben existir iniciativas de política que faciliten la reducción de las externalidades, con medidas reglamentarias y legales, y subsidios que fomenten la internalización y disminución de los costos externos; combinadas con una mezcla de mecanismos consultivos e institucionales para corregir las externalidades negativas (Pretty *et al.*, 2000; Macharis, Van Hoeck, Pekin & Van Lier, 2010).

Los estudios analizados también demuestran que las opciones con menores costos externos tienden a ser las opciones menos viables por tener un costo social más elevado, mientras que las alternativas con menores costos privados tienen costos externos más altos, por ejemplo en Neill y Williams (2015) referente a los diferentes tipo de envases de leche la opción embotellada de vidrio representa el costo medioambiental más bajo, pero representa el costo social más alto, con un costo de producción lo suficientemente alto como para convertirla en la opción menos viable. En este sentido, los resultados en Borozan *et al.* (2015) coinciden de alguna manera en que, si todos los costos externos fueran internalizados en la generación de energía, su proporción en los costos totales de explotación sin duda afectaría a los costos de producción y, por lo tanto, afectaría al precio de venta; por lo que la inclusión de los costos externos en las decisiones económicas de las empresas afecta sustancialmente en el nivel de producción y su estructura de costos (Kudelko, 2006).

---

<sup>4</sup> La Organización Internacional para la Estandarización (ISO) es el organismo que ha desarrollado una serie de estándares enfocados a la Administración o Gestión Ambiental. Estos estándares incluyen las series ISO-14040 sobre el análisis del ciclo de vida, que son de carácter voluntario.

Pero el internalizar los costos externos tiene aspectos favorables también ayuda a la toma de decisiones al momento de invertir en un proyecto, como por ejemplo el inversor podría decidir no invertir en una nueva planta de cogeneración, e invertir en otros proyectos, tales como fuentes de energía renovables debido a los altos costos externos de la planta de cogeneración (Borozan, Starcevic y Adzic, 2015). O bien mejorar las decisiones de producción hacia productos más amigables con el ambiente, como en Allacker y De Nocker (2012) donde la internalización favorece el movimiento hacia viviendas más sustentables sin conducir a la vivienda inasequible, debido a que al considerar los costos externos las decisiones se toman en relación con los tipos de vivienda, la selección del material y el nivel de aislamiento. También permite hacer una evaluación de los materiales y las tecnologías limpias que podrían utilizarse para disminuir el costo externo y los impactos ambientales, por ejemplo en Kudelko (2006) se evaluaron las tecnologías de la generación de energía, desde la opción plantas de lignito polaco típico o las plantas de cocimiento de carbón duro que pueden ser renovadas a través de modernización con turbina de gas y calderas FBC<sup>5</sup> (Fluidized bed combustion, por sus siglas en inglés), y la integración nuevas tecnologías que incluyen la gasificación del carbón, gas natural, petróleo, biomasa, energía hidroeléctrica, energía solar, etc. Asumiendo que estas tecnologías pueden ser consideradas como una opción eficiente para el futuro desarrollo del sector energético polaco, teniendo como consecuencia un uso cada vez mayor de las nuevas tecnologías de gas y energías renovables gracias a su bajo volumen de los costos externos generados.

En conclusión, el alto nivel de efectos externos hace que todas las tecnologías de reducción deban aplicarse cuanto más se pueda, sin embargo, en caso de las emisiones de CO<sub>2</sub>, la mejor manera de reducir los efectos del calentamiento global es fomentar el uso de tecnologías alternativas de energía o reducir el nivel de producción. En la práctica, las posibles estrategias para lograr una mejora del bienestar social son la implementación de tecnologías energéticas de baja emisión,

---

<sup>5</sup> La combustión en lecho fluido, permite una mayor flexibilidad en el uso de combustible: carbón, biomasa, basura etc., al igual que un mayor aprovechamiento del combustible y una mejor transferencia del calor producido durante la combustión.

el mayor uso de tecnologías de reducción y finalmente la caída en la producción de energía (Kudelko, 2006).

Otra medida para internalizar los costos externos ambientales es a través de impuestos, en particular en Kaplanović y Mijailović (2012) los impuestos anuales de circulación son propuestos como medios efectivos para las reducciones de emisiones, en donde las cargas fiscales más bajas se imponen a los vehículos con menor emisión de CO<sub>2</sub> y niveles de contaminación; de esta forma, debido a posibles ahorros en dicho impuesto por parte los usuarios, este influye en las decisiones sobre la compra de vehículos nuevos y tienden a favorecer los vehículos menos contaminantes. Aunque existe una discusión alrededor de este tema impositivo debido a las barreras generales para la implementación eficiente de precios, como es la resistencia al aumento de los precios de los usuarios finales (Kejser, 2016).

Las principales limitantes percibidas en la valoración de los impactos ambientales son la falta de información, ya que las estimaciones están sujetas a incertidumbres que dependen ante todo de la calidad de los datos utilizados y en menor medida de la calidad de la valoración técnica; los criterios de exclusión y omisión de los elementos de los costos externos (Georgakellos, 2007); la dificultad de determinar la demanda de una industria (Kudelko, 2006) al incorporar diversas condiciones tecnológicas y de mercado, y la estimación de las relaciones entre los impactos y los efectos de la contaminación, por ejemplo, la relación entre el número de usuarios de la carretera y el número de accidentes (Gallo, Montella y D'Acierno, 2011; Mayeres *et al.*, 1996).

#### 1.4 Internalización de los impactos ambientales y pymes

De acuerdo con la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OECD, por sus siglas en inglés) más del 95% de las empresas son pequeñas y medianas empresas (pymes), mismas que representan entre el 60% y 70% de la generación de empleo en la mayoría de los países pertenecientes (OECD, 2005, p.2). Estas empresas como cualquier otra contribuyen al uso de recursos y a la generación de contaminación, que se intensifica por su amplia población, es decir, en conjunto tienen un alto impacto ambiental global (Lefebvre *et al.*, 2003). En este

sentido, las pymes son responsables de cerca del 30% de toda la carga ambiental industrial global debido a su tecnología anticuada y capacidad limitada para implementar innovaciones ambientalmente, de acuerdo con estimaciones de Hillary (2000, citado por Lyon y Van Hoof, 2013, p.270).

Aunado a este impacto colectivo, las exigencias de los consumidores (Biondi, Frey & Iraldo, 2000) y las presiones externas, como las regulaciones europeas (Lee, 2008), están obligando a las pequeñas empresas a adaptar sus estrategias comerciales e implementar estrategias sustentables en sus negocios (Hillary, 2000, citado por Musa & Chinniah, 2016, p.260), enfatizando las alternativas orientadas a la prevención que apuntan a mejorar el diseño, la producción, la entrega, el uso y la gestión final de productos, servicios y procesos (van Hoof & Lyon, 2013).

Las pymes han adoptado diferentes alternativas para mitigar su impacto ambiental, desde la implementación de prácticas ambientales, estrategias de sistemas de gestión ambiental y el cumplimiento de las regulaciones ambientales. En Klewitz y Hansen (2014) se identificaron prácticas ambientales en sus procesos y a nivel de organización de productos, tales como ecoeficiencia, análisis del ciclo de vida, gestión de la producción y gestión de la cadena de suministro, por parte de este tipo de empresas.

En el caso de las iniciativas de inclusión de las pequeñas empresas en las cadenas de suministro verde, estas pueden definirse como programas de transferencia y difusión de la gestión ambiental y prácticas de gestión ambiental avanzadas a través de toda la cadena de suministro, utilizando las relaciones entre las grandes empresas de compra y sus proveedores (Lee, 2008, p.186). Estas iniciativas promueven la eficiencia y la sinergia con los socios comerciales de los proveedores pymes, principalmente hacia sus compradores (Lee, 2008); además promueven la cooperación para proteger y mejorar el ambiente al mismo tiempo que impulsan la creación de vínculos económicos y de comercio (Lyon y Van Hoof, 2013). Por lo que, las pymes en un país emergente pueden contribuir económica y ambientalmente dentro de las cadenas de suministro globales, si se crea el contexto adecuado (van Hoof & Lyon, 2013), concretamente este tipo de programas quizá

deberían ser iniciados por el gobierno y/o las grandes empresas compradoras (Lee, 2008); debido a que las iniciativas sólo se aplican con éxito si se garantiza la participación de todos los agentes, en particular de las pymes (van Hoof & Lyon, 2013).

Se puede suponer que las prácticas verdes a través de los sistemas de gestión ambiental son fundamentales para que las empresas de tamaño pequeño tengan una ventaja competitiva tanto a nivel nacional como internacional, por ejemplo, la implementación del estándar ISO 14001 tiene una relación positiva y significativa con el funcionamiento y el desempeño de las pymes, incluyendo mejoras en los procesos corporativos que tienen efectos positivos en las cuestiones operacionales y de las personas, al igual que beneficios externos sobre los clientes (Musa & Chinniah, 2016; Lee 2008).

En general, los beneficios de la implementación de la ISO 14001 se pueden clasificar en varias dimensiones de desempeño como cuota de mercado, exportaciones, ventas y crecimiento de ventas, rentabilidad, mejora de la posición competitiva, mejoras en la sistematización (documentación mejorada, procedimientos de trabajo, claridad de trabajo, mejora de responsabilidades), así como mejora de la calidad de los productos o servicios, eficiencia (productividad, ahorro en costos, reducción de errores y reelaboración), mejora de las relaciones con los proveedores, autoridades y otras partes interesadas y el rendimiento medioambiental (Musa & Chinniah, 2016); por ejemplo en Malasia, la adopción de sistemas de gestión ambiental es muy bien recibida en el sector manufacturero (Musa & Chinniah, 2016), mientras que en Europa la rápida innovación tecnológica puede representar una amenaza para la competitividad de las pymes, por ser menos capaces de invertir en tecnologías de la información y comunicación (De Brito, Carbone & Meunier, 2008, p.548).

También la ecoeficiencia y una producción limpia han sido identificadas como estrategias de desempeño ambiental dentro de las pymes, mismas que están ligadas al mejoramiento ambiental, a la reducción de costos y a la innovación mediante alternativas para la prevención de la contaminación, ya sea a través de la

optimización de procesos, la innovación de productos, la reducción del uso de materias primas o la reutilización y el reciclaje (Lyon y Van Hoof, 2013). Sin embargo, la adopción de la ecoeficiencia en las pymes de manera individual, de acuerdo con el estudio empírico de Lee (2008), no puede percibirse adecuadamente como incentivo para mejorar la competitividad, ya que se requiere además la participación e interacción de los proveedores para mejorar el desempeño ambiental de la cadena de suministros y promover la sinergia entre los socios comerciales. Por otro lado, la producción limpia es vista como la capacidad de minimizar las emisiones, los efluentes y los residuos mediante la mejora preventiva de procesos y productos, produciendo importantes beneficios medioambientales en su implementación (van Hoof & Lyon, 2013).

Entre las principales ventajas para la adopción de procesos medioambientales por parte de las pymes se encuentran las mejoras en los procesos, eficiencia operativa, reducción de costos a largo plazo, reducción del uso de recursos, fomento de una visión estratégica de responsabilidad en los empleados y la implementación de gestión de la calidad (Musa & Chinniah, 2016). Mientras que dentro de los beneficios externos identificados para las pymes están la reducción de la contaminación, mejora en la imagen corporativa hacia los proveedores y con los organismos reguladores, oportunidades que a su vez repercuten en mantener y atraer nuevos clientes, así como obtener fondos de inversión (Musa & Chinniah, 2016; Gombault & Versteeg, 1999).

Otras posturas establecen que la intervención del gobierno es una alternativa para que este tipo de empresas puedan internalizar sus impactos, como en Malasia en donde el gobierno incentiva el crecimiento de micro, pequeñas y medianas empresas (mipymes) dedicadas al desarrollo de tecnologías verdes y a la adopción de tecnologías ecológicas. Desde otra perspectiva Gombault y Versteeg (1999) señalan que las autoridades locales pueden ser socios adecuados para promover la prevención de la contaminación, y las empresas privadas pueden prestar atención continua a esta prevención en las empresas, por ejemplo, en Holanda la estrategia de una producción más limpia encaja con los objetivos de la política ambiental

incorporados en el Plan Nacional de Política Ambiental; esto sugiere la necesidad por la existencia de apoyos por parte del gobierno, como capacitación, beneficios fiscales, amortizaciones de capital de préstamos en las iniciativas de adopción de prácticas ambientales para las pymes.

Las empresas con una función de operaciones proactiva se inclinan a desarrollar sistemas de gestión ambiental, mientras que el apoyo de la alta dirección es un factor importante para la gestión de las organizaciones y la señalización de los impactos ambientales (Burke y Gaughran, 2007, citado en Agan *et al.*, 2013). El tamaño de la empresa es otro factor clave que facilita el compromiso medioambiental; de acuerdo con Agan, Acar y Borodin (2013) las pymes que tienen la certificación ISO 14001 son propensas a ser más grandes y tener un mejor desempeño en las actividades ambientales, demostrando de este modo una relación entre el tamaño, el rendimiento y la certificación ISO 14001, bajo la promesa de obtener una ventaja competitiva al orientar sus actividades hacia la certificación (Agan *et al.*, 2013). Por otro lado, es más probable que las pequeñas empresas se involucren en cuestiones de responsabilidad ambiental corporativa que las microempresas, la probabilidad aumenta para las medianas empresas en comparación con las microempresas (Sáez, Díaz & González, 2016); pero para su participación en las cadenas de suministro el tamaño no es una variable influyente (Lee, 2008).

Otro factor a tomar en cuenta son los recursos con los que cuenta cada empresa, los cuales determinan las diferencias en el desempeño de una empresa, es decir, los recursos y capacidades específicas que posee cada empresa inciden en el éxito de la implementación de prácticas ambientales (Lee, 2008). Entre las recomendaciones para mejorar el rendimiento medioambiental, se encuentran: aumentar la conciencia ambiental de los gerentes a través de la capacitación y la educación, integrar la función ambiental en un proceso estratégico de toma de decisiones y destinar más recursos en las soluciones preventivas de la contaminación (Lee, 2008).

Son diversas las dificultades a las que las pymes se enfrentan para implementar estrategias ambientales, entre las más frecuentes se encuentran el desinterés personal de los propietarios hacia temas ambientales, la falta de conocimientos sobre estos temas o prácticas específicas que pueden implementar y el desconocimiento de los beneficios potenciales de las mejoras ambientales (Musa & Chinniah, 2016); muchos propietarios de pequeñas empresas dudan de las mejoras ambientales (Agan *et al.*, 2013).

Mientras que la falta de factores de cumplimiento normativo desincentiva a las empresas a alinearse a las regulaciones ambientales (van Hoof & Lyon, 2013); con lo cual, a pesar del cumplimiento de la legislación ambiental por parte de algunas empresas, estas siguen considerando su cumplimiento como un problema para su negocio y no quieren ir más allá de los requerimientos regulatorios (Sáez-Martínez *et al.*, 2016). Y cabe destacar que otra dificultad a la que se enfrentan las pymes en la internalización es la inversión tecnológica debido a los altos costos involucrados (De Brito *et al.*, 2008).

Dentro de los estudios de internalización mencionados anteriormente, se puede concluir que la mayoría de las pymes se centran en las estrategias de corto plazo de Hart (2007), es decir, en la prevención de la contaminación y tutela del producto, como en los casos del transporte urbano (Mayeres, Ochelen, & Proost, 1996; Fang *et al.*, 2009; Kaplanović & Mijailović, 2012), la red de tránsito (Gallo *et al.*, 2011; Macharis *et al.*, 2010) y el sector agrícola (Pretty *et al.*, 2000); algunos estudios implementan la estrategia de tecnologías limpias sobre todo en el sector energético (Borozan *et al.*, 2015; Kudelko, 2006; Georgakellos, 2007). Dicho de manera específica las pymes se centran en prácticas de ecoeficiencia, cadenas de valor verdes, sistemas de gestión de la calidad y producción limpia orientadas a la eficiencia, la minimización de emisiones y residuos, y a la mejora preventiva de procesos y productos, mismas que parten de un eficiente desempeño interno hacia extender responsabilidad con los stakeholders externos.

En el ámbito de la producción de bloques de cemento, las externalidades surgen cuando los productores imponen costos adicionales a la sociedad sin tener que soportar ellos mismos estos costos, las externalidades de esta actividad son la generación de residuos, el ruido que provocan las máquinas de vibrocompactación y el consumo de recursos naturales como arena y agua principalmente.

# Fabricación de bloques de cemento e impactos ambientales

Se estudiará a las bloqueras de la Ciudad de México, que en su mayoría son pequeñas empresas dentro del eslabón de producción de la industria del cemento, con el propósito de identificar los principales costos externos ambientales que generan las bloqueras.

Una bloquera es una empresa dedicada a la fabricación de bloques de cemento, mismos que son un elemento primario de la construcción para la elaboración de muros simples, estructurales, de retención y bardas perimetrales; aunque también existen otros productos como el ladrillo, el tabicón y la bovedilla. Es un material de la construcción versátil y económico, considerado así por el fácil acceso a los materiales para fabricarlo, además de que por su tamaño proporciona una ventaja debido a que su producción requiere menos cantidad de cemento que otros materiales, en su función estructural posibilita una mayor rapidez constructiva (Arrieta y Peñaherrera, 2001).

Los bloques son elementos o piezas elaboradas con una mezcla de cemento, agregados y agua que se utilizan para conformar muros o paredes, dentro de los sistemas constructivos conocidos como de mampostería o de albañilería (Gamboa de León, 2005, p.1). Su uso en paredes garantiza un aislamiento térmico y acústico, y protege el interior del clima exterior; y como estos tienen un bajo nivel de absorción de agua son utilizados para sobrecimientos y en obras que estén en contacto directo con terrenos húmedos (Calderón, 2004, p.33). En México, el 86.3% de las viviendas particulares habitadas fueron construidas con materiales como bloques, tabiques, ladrillos, piedra, cantera o cemento (Instituto Nacional de Estadística y Geografía [INEGI], 2010).

Los oferentes de vivienda son clasificados, por Torres (2006), en dos grandes grupos: los autoconstructores y los oferentes institucionales de crédito; las viviendas

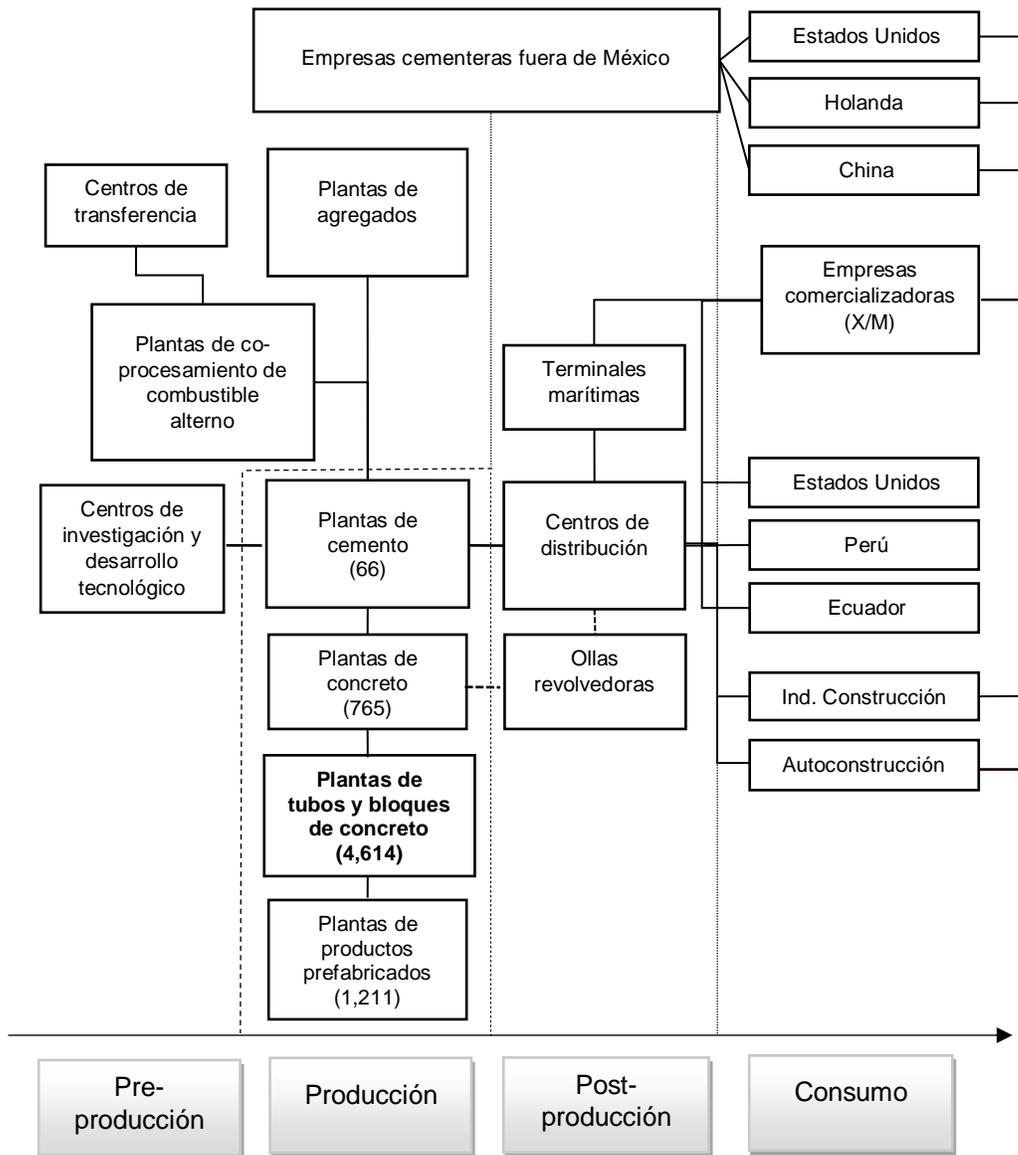
de autoconstrucción se edifican a partir del ahorro, subsidios o transferencias y pequeños financiamientos, estimando que impacta en el 65% de la población ocupada y se calcula que en el país hay 15.1 millones de viviendas autoconstruidas por familias de bajos ingresos. La producción anual de vivienda por autoconstrucción ha mantenido un ritmo más o menos constante con 242 mil viviendas anuales en promedio desde 1990 (Torres, 2006, citado por Flores, 2009, p.32). Por otra parte, está la oferta institucional de vivienda para los trabajadores afiliados al ISSSTE, o Infonavit, por ejemplo, para quienes la oferta queda restringida por el número de créditos disponibles y la posibilidad de acceso (Torres, 2006, citado por Flores, 2009, p.32). Este mercado sigue dominado por el INFONAVIT, el cual se ha mantenido como la institución financiera más grande del país. El FOVISSSTE y los bancos con recursos libres, ahora conforman el 20% de los préstamos en el mercado (Softec, 2015, p.10).

Los métodos de autoconstrucción, son llevados a cabo por los mismos propietarios de la vivienda o a través de contratar mano de obra especializada, por lo general realizando pequeñas inversiones a partir del ahorro o préstamos (Flores, 2009, p.10); por lo que la autoconstrucción puede impactar en la calidad, seguridad y servicios de las viviendas.

La fabricación de bloques de cemento se localiza dentro del eslabón de producción de la cadena de valor de la industria del cemento, misma que pertenece a la rama económica de fabricación de cemento y productos de concreto, compuesta por 66 plantas de cemento y productos a base de cemento en plantas integradas, 765 plantas de concreto, 4,614 plantas de bloques y tubos de concreto y 1,211 plantas de otros productos prefabricados (INEGI, 2014a) (ver figura 5).

Figura 5

**Cadena de valor de la industria del cemento en México, 2014.**



Fuente: adaptado de Vera (2016), con información del Instituto Nacional de Estadística y Geografía [INEGI]. (2014a). Censos Económicos 2014. Sistema Automatizado de Información Censal (SAIC). Recuperado de <http://www.beta.inegi.org.mx/app/saic/default.aspx>

La producción de tubos y bloques de cemento y concreto es la subrama con el mayor número de unidades económica con el 69% dentro del eslabón producción. Por el contrario, solo genera el 11% del valor agregado de la rama, mientras la actividad que mayor valor agregado genera es la producción de cemento y productos a base de cemento en plantas integradas con el 63%, a pesar de representar solo el 1% de las unidades económicas (INEGI, 2014a).

Además de ser la subrama con mayor población, la fabricación de tubos y bloques también tiene la mayor cantidad de personal ocupado, cerca de 22,000 personas, sin embargo, las remuneraciones se encuentran aproximadamente 4% por debajo del promedio de la rama (ver tabla 2). Su producción e ingresos solo representan el 9% del total de la rama, con 8,325 y 8,596 millones de pesos, respectivamente.

En general la producción de tubos y bloques de concreto se encuentra rezagada dentro de la rama económica de la fabricación de cemento y productos de concreto, referente a ingresos, producción y valor agregado. Destacando en estos rubros, la fabricación de cemento y productos a base de cemento en plantas con el 57% de los ingresos y producción total, seguida por la fabricación de concreto con el 30% (INEGI, 2014b).

Tabla 2  
**Fabricación de cemento y productos de concreto en México**

Actividad Económica	Unidades económicas	Personal ocupado total	Total de remuneraciones	Total de ingresos (millones de pesos)	Producción bruta total	Valor agregado censal bruto
<b>Rama: Fabricación de cemento y productos de concreto</b>	<b>6,656</b>	<b>59,689</b>	<b>4,849</b>	<b>99,200</b>	<b>97,566</b>	<b>22,441</b>
Fabricación de cemento y productos a base de cemento en plantas integradas	66	8,565	1,764	56,480	55,620	14,217
Fabricación de concreto	765	18,039	1,362	29,381	28,985	4,815
Fabricación de tubos y bloques de cemento y concreto	4,614	22,273	1,040	8,596	8,325	2,376
Fabricación de otros productos de cemento y concreto	1,211	10,812	684	4,742	4,635	1,034

Fuente: Instituto Nacional de Estadística y Geografía [INEGI]. (2014b). Censos Económicos 2014. Tabuladores predefinidos. Recuperado de <http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/Proyectos/ce/ce2014/doc/tabulados.html>

La producción de bloques y tubos de cemento en la Ciudad de México representa el 3.54% de la producción nacional y el 1.54% respecto a unidades económicas, los estados con mayores niveles de producción son Nuevo León, el Estado de México y Yucatán con 12%, 9% y 8%, respectivamente (INEGI, 2014c).

En 2014 dentro de la Ciudad de México existían 71 unidades económicas que se dedican a la fabricación de tubos y bloques de concreto, cifra que aumentó 4.41% desde el 2009. Del 2004 al 2014 la producción de estas empresas, ha incrementado un 112.86% de 138 a 294 millones de pesos, incrementando también su generación de valor agregado un 158% en 2014, lo que significó alrededor de 111 millones de pesos, ver tabla 3. Aunque es importante mencionar que el personal ocupado para esta actividad disminuyó 3.0% aproximadamente, lo que sugiere que actualmente se produce más con un menor número de trabajadores (INEGI, 2014a).

Tabla 3

**Fabricación de tubos y bloques de cemento y concreto en la Ciudad de México del 2004 al 2014**

	Unidades económicas	Personal ocupado total	Total de remuneraciones	Total de ingresos	Producción bruta total	Valor agregado censal bruto
2014	71	535	33.43	294.74	294.59	111.36
2009	68	555	25.39	108.01	108.60	46.76
2004	68	551	16.89	139.05	138.39	43.13

Fuente: Instituto Nacional de Estadística y Geografía [INEGI]. (2014b). Censos Económicos 2014. Tabuladores predefinidos. Recuperado de <http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/Proyectos/ce/ce2014/doc/tabulados.html>

Las empresas que se dedica a esta actividad en su mayoría tienen entre 2 y 15 empleados, es decir, el 87% de las unidades económicas se encuentran en los estratos de 2 a 10 empleados, el 7% tiene de 11 a 15 empleos y el 6% tiene más de 15 empleados (ver tabla 4); es precisamente en este último estrato en donde se encuentran las empresas medianas y grandes que, representa el 67% de la producción, el 60% del valor agregado y emplean al 38% de personal ocupado de toda la subrama. Por el contrario, el 94% de las empresas restantes tiene una producción del 33% y emplean al 62% del personal de la subrama. (INEGI, 2014b).

Tabla 4

**Fabricación de tubos y bloques de cemento y concreto en la Ciudad de México por estratos de personal ocupado**

	Unidades económicas	Personal ocupado	Remuneraciones	Ingresos	Producción total	Valor agregado
<b>Subrama 32733</b>	<b>71</b>	<b>535</b>	<b>33.4</b>	<b>294.7</b>	<b>294.6</b>	<b>111.4</b>
Hasta 2 personas	15	25	0.9	11.5	12.3	6.1
De 3 a 5 personas	27	97	3.0	26.7	27.0	12.8
De 6 a 10 personas	20	144	5.4	36.2	36.0	16.0
De 11 a 15 personas	5	64	4.1	23.4	22.2	9.3
Estratos agrupados por principio de confidencialidad	4	205	19.9	197.0	197.0	67.2

Fuente: Instituto Nacional de Estadística y Geografía [INEGI]. (2014b). Censos Económicos 2014. Tabuladores predefinidos. Recuperado de <http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/Proyectos/ce/ce2014/doc/tabulados.html>

### 2.1 Proceso productivo

Un bloque o block es un componente de forma prismática que se obtiene por moldeo de concreto y otros materiales (arena y grava), que puede ser macizo, multiperforado o hueco (Organismo Nacional de Normalización y Certificación de la Construcción y Edificación S.C. [ONNCCE], 2012, p.4). Las dimensiones específicas para la elaboración de una pieza común son 19 cm de alto, 39 cm de largo y 20 cm de anchura, aunque pueden existir medidas especiales (ONNCCE, 2012, pp.23-24).

El proceso de fabricación de bloques de concreto está compuesto por diferentes etapas y considera aspectos como el tipo de maquinaria, la selección del cemento a utilizar, la calidad de los aditivos y agregados, el espacio de trabajo, entre otros. A continuación, se describe el proceso productivo de la fabricación de bloques semitecnificada, la cual se puede dividir en nueve fases:

1. *Selección y almacenamiento.* Las materias primas tienen una repercusión principal en la calidad de la mezcla que, a su vez impacta en las propiedades de los bloques, por esta razón es importante asegurar un suministro constante en volumen y procedencia (proveedor) de las materias primas. Así como, un almacenamiento adecuado donde permanezcan en buen estado. Los insumos necesarios para la fabricación de los bloques de cemento son

agua, arena, cemento y aditivos (The Aberdeen Group, 1992, párr.3; Bureau of Indian standards, 2005, p.3).

2. *Dosificación*. Esta etapa se caracteriza por la determinación de las cantidades adecuadas de las materias primas necesarias para producir las propiedades deseadas en las unidades terminadas (Arrieta y Peñaherrera, 2001).
3. *Elaboración de la mezcla*. En esta etapa todas las materias primas se mezclan aproximadamente de 3 a 4 minutos, de manera manual o mecánica. Su objetivo es asegurar que la pasta de cemento-agua cubra a los agregados hasta tener una mezcla homogénea. Este es el momento en donde también se le añaden colorantes, repelentes de agua o cualquier otro aditivo (Bureau of Indian standards, 2005, p.3). En esta etapa se suele utilizar una mezcladora o revolvedora.
4. *Moldeado*. Para la realización del bloque se utiliza una bloquera, que es una máquina que compacta la mezcla en moldes a través de vibrocompactación. de manera uniforme y nivelada. Los bloques se descargan o se retiran de los moldes para repetir el proceso, pueden ser cargados con tablas o tarimas para su transporte hacia las zonas de curado y secado (Gamboa de León, 2005, p.4; Concrete Masonry Association of Australia of Australia [CMAA], 2014, p.5).
5. *Fraguado y curado*. Estas dos etapas en ocasiones son identificadas como sinónimos, en general es aquí donde el bloque obtiene su resistencia - el 90% durante los primeros tres días -. Sin embargo, el fraguado se define como el proceso en el que los bloques recién fabricados deben permanecer quietos en un lugar que les garantice protección del sol y del viento alrededor de 12 a 24 horas. Mientras que el curado consiste en mantener los bloques durante los primeros siete días, por lo menos, en condiciones de humedad necesarias para que se desarrolle la resistencia y otras propiedades deseadas, el curado depende de las condiciones climáticas y los bloques generalmente son regados con un atomizador o una manguera por un

periodo de 7 a 15 días (Gamboa de León, 2005, p.4; CMAA, 2014, p.7; Bureau of Indian standards, 2005, p.3).

6. *Secado*. Después del curado, se debe permitir que el bloque seque de forma gradual en sombra, debido a que el bloque se contrae ligeramente por la pérdida de humedad, durante un período de siete días (Bureau of Indian standards, 2005, p.3).
7. *Muestreo y análisis de propiedades*. En este proceso el bloque ya está listo para utilizarse, por lo que se les debe realizar una inspección a los bloques, en la que se analizan las propiedades físicas y en dado caso, se rechazan los bloques deficientes (CMAA, 2014). Todas las unidades deberán ser sanas y libres de grietas u otros defectos que interfieran con la correcta colocación del bloque y afectar la fuerza o rendimiento de la construcción (Bureau of Indian standards, 2005, p.4).
8. *Almacenamiento*. Los bloques se apilan con sus cavidades horizontales para facilitar el paso completo del aire, en un área de almacenamiento en un máximo de siete filas de bloques y no es recomendable venderlos antes de ocho días de edad (Bureau of Indian standards, 2005, p.3; Gamboa de León; 2005; p.5).
9. *Envío o entrega*. Los bloques permanecen en almacenamiento hasta su entrega al cliente o envío al lugar de trabajo (CMAA, 2014, p.9).

Los puntos críticos en la fabricación de bloques son la calidad y cuidado de la materia prima utilizada, la dosificación de los materiales, la compactación y el curado de los bloques, debido a que todos estos elementos repercuten en la calidad y precio de los mismos.

La producción de una bloquera está condicionada al tipo de maquinaria que utiliza, la cual modifica el desarrollo del proceso de fabricación. Existen tres enfoques principales que van desde el proceso manual, semitecnificado y el tecnificado. Las diferencias entre los tres enfoques es el empleo de maquinaria en las fases de elaboración de la mezcla y la producción de bloques o moldeado, principalmente.

En los procesos manuales y semitecnificados la producción depende en mayor medida del recurso humano, mientras que en el tecnificado depende de la capacidad de la maquinaria y se reduce el esfuerzo físico del trabajador.

El proceso manual o artesanal se caracteriza por la ausencia de maquinaria, en estos casos, solo se utilizan herramientas como palas para elaborar la mezcla y cajas o moldes que se rellenan de manera manual, lo cual limita la producción de 250 a 400 bloques diarios, aproximadamente. En el proceso semitecnificado se implementa la utilización de dos maquinarias la revoladora y la bloquera vibrocompactadora, que permiten el incremento de la producción de 1,000 a 3,000 bloques. Y en un proceso totalmente tecnificado se implementan tolvas y bandas que transportan los materiales a la zona de mezclado y posteriormente al moldeado, para transportar los bloques a la etapa de curado, la cual se acelera con una máquina que endurece los bloques al vapor; en este último proceso la producción puede ser de 2,000 bloques por hora. Hay que considerar que, no importando el enfoque, la producción seguirá dependiendo del tamaño del bloque y la capacidad de molde de la bloquera (Gamboa de León, 2005; CMAA, 2014).

## 2.2 Identificación de impactos

Los principales impactos ambientales que se presentan en la producción de bloques de concreto se muestran en la tabla 5, mismos que se clasificaron en seis categorías: la contaminación del agua, aire, tierra, ruido, uso de energía y otros recursos naturales.

El consumo de agua en la fabricación de bloques es necesario debido a que la reacción del cemento con el agua produce la resistencia del concreto. Sin embargo, no existe una proporción definida o estándar dentro de la dosificación para la elaboración de la mezcla porque existe una dependencia hacia la humedad que tengan los materiales - por ejemplo, si la arena esta húmeda será necesaria menos cantidad de agua -. Por otro lado, las normas y manuales indican que el agua debe proporcionar una consistencia uniforme a la mezcla y debe ser densa libre de bolsas de agregados, es decir, a menor cantidad de agua aumenta la concentración de la pasta agua-cemento. Por lo que, la cantidad óptima de agua está dada por la calidad

de los materiales y la experiencia del productor (Arrieta y Peñaherrera, 2001; (Calderón, 2004).

Tabla 5

**Principales impactos ambientales dentro del proceso productivo de las bloques**

Proceso / impacto ambiental	Agua	Aire	Tierra	Ruido	Energía	Recursos naturales
Selección y almacenamiento		✓				
Dosificación	✓					✓
Elaboración de la mezcla	✓		✓		✓	
Moldeado				✓	✓	
Fraguado			✓			
Curado	✓		✓			
Secado						
Muestreo y análisis			✓			
Almacenamiento						
Envío o entrega		✓				

Fuente: elaboración propia con base en Arrieta, J. y Peñaherrera, E. (2001). Fabricación de bloques de concreto con una mesa vibradora; Calderón, L. (2004). Diseño de una mesa vibratoria para la fabricación de bloques de concreto, adoquines y productos similares. (Trabajo de grado, Universidad Don Bosco); Neill, C. L., y Williams, R. B. (2015). An Economic Valuation on the External Cost of Alternative Milk Packaging. *Journal of Food Distribution Research*, 46(3), 68-80; SEDEMA. (29 de diciembre de 2014a). Norma Ambiental para el Distrito Federal NADF-005-AMBT-2013 [NADF-005]. Gaceta Oficial del Distrito Federal; SEDEMA. (25 de septiembre de 2012a). Norma Ambiental para el Distrito Federal NADF-018-AMBT-2009 [NADF-018]. Gaceta Oficial del Distrito Federal.

Durante el proceso de curado los bloques deben mantenerse húmedos para permitir la continuación de la reacción química del cemento con el fin de obtener gran resistencia, suelen regarse con manguera o rociadores, aunque no existe una medición del agua utilizada en tal proceso. Esta etapa tiene una duración mínima de tres hasta siete días, con un riego abundante para mantener húmedo el bloque, al menos tres veces al día. La ausencia de este proceso, cuando se ponen a secar inmediatamente, ocasiona que los bloques sean poco resistentes y quebradizos (Calderón, 2004, p. 37).

La contaminación del aire se produce cuando los materiales están al aire libre, generalmente los proveedores de los materiales suelen dejarlos en los patios de las bloqueras para su futuro almacenamiento en un sitio cubierto, para que los materiales estén protegidos del sol y del agua, pero el material que suele ser cubierto es el cemento mientras que la arena y grava permanecen al aire libre, esto

puede causar un impacto nocivo en la visibilidad, el clima, los materiales, los ecosistemas y en la salud, por ejemplo enfermedades respiratorias y muertes asociadas con la exposición de partículas sólidas y ozono (SEDEMA, 2012a, p.10). Por otro lado, es importante tener en cuenta el impacto generado al transportar los insumos a las bloqueras porque los vehículos liberan emisiones atmosféricas nocivas (Neill & Williams, 2015).

La contaminación de la tierra comprende la tarifa por el uso de la tierra utilizada, la tasa de la basura desechada en el medio ambiente y la erosión del suelo (Borozan *et al.*, 2015; Bailey, Rehman, Park, Keatinge & Tranter, 1999), en el caso de las bloqueras su producción genera residuos sólidos que son aquellos bloques defectuosos que se quiebran o presentan pequeños desmoronamientos, ya sea, por ejemplo, al apilarlos los bloques que quedan hasta bajo no soportan el peso o debido al exceso de agua en el bloque (Arrieta y Peñaherrera, 2001).

Un impacto perceptible a la distancia de una bloquera, es el ruido que se genera por el efecto vibrado que produce la maquina bloquera en la etapa de moldeado, permitiendo la compactación uniforme de la mezcla para la generación de los bloques, pero la vibración que produce es muy ruidosa debido al contacto de la leva – el movimiento giratorio - y la plancha vibradora (Calderón, 2004, pp.68-71). Según la Organización Mundial de la Salud las afectaciones por exposición a ruido se comienzan a producir a partir de los 65 dB, el grado de afectación varía gradualmente según la intensidad del sonido, la proximidad de la fuente productora y el tiempo de exposición (SEDEMA, 2014a, p.4).

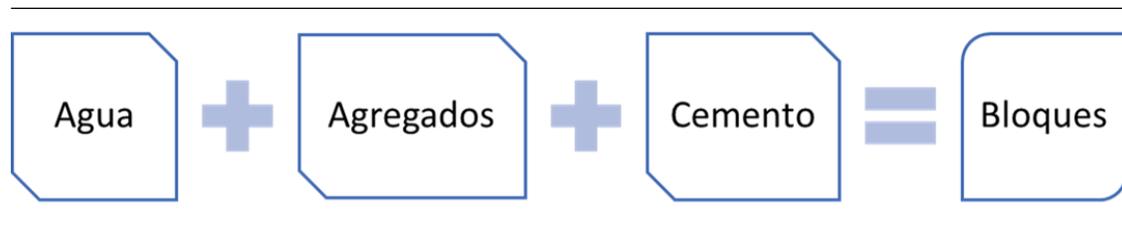
El uso de energía puede tener efectos adversos sobre el medio ambiente, debido a que para producirla de manera convencional se utilizan altos contenidos de hidrocarburos con impurezas que de su combustión resulta la formación de afluentes como dióxido de carbono, dióxido de azufre y dióxido de nitrógeno (Georgakellos, 2007), de ahí que los productos fabricados con electricidad sean considerados como no sustentables (Udawattha & Halwatura, 2016, p.31). Las bloqueras principalmente utilizan dos tipos de máquinas: la revolvedora y la bloquera vibrocompactadora, la primera permite producir la mezcla y la segunda se

utiliza para transformar la mezcla a bloques, por lo que es indispensable su uso y ambas funcionan con un motor eléctrico monofásico con una potencia de 1hp a 10hp.

La fabricación de bloques requiere de tres principales insumos agua, agregados y cemento (ver figura 6), su dosificación para hacer la mezcla generalmente es 1:7, es decir, por cada costal de cemento se adicionan 7 de arena, una proporción diferente puede afectar la adherencia del bloque y su desempeño, generando una desintegración desde dentro lo que provocaría pérdida de resistencia del bloque (Alarcón, 2013, p.47). Sin embargo, la cantidad de agua para la elaboración de la mezcla es incierta, debido a que depende de la calidad del material y su cuidado.

Figura 6

#### Insumos de la fabricación de bloques de cemento



Fuente: elaboración propia.

A continuación, se presenta a una descripción de los recursos utilizados en la fabricación de bloques de concreto:

- *Cemento*. Este elemento proporciona la fuerza al bloque, puede utilizarse cualquier cemento hidráulico para uso general en la construcción. La adquisición de este material depende del nivel de resistencia del cemento y sus propiedades de secado. El principal proveedor para las bloqueras son las cementeras, aunque también lo son las casas de materiales que son distribuidores de las cementeras. La industria del cemento se caracteriza por tener un alto impacto ambiental en todo su proceso de producción, que va desde la preparación de la materia prima, la obtención del clinker y la fabricación del cemento (Vera, 2016).

- *Agregados*. Puede consistir en arena, grava y tepojal que se utiliza como relleno en los bloques – del 85 al 90 por ciento del bloque -, en el caso de la grava está debe tener un tamaño máximo de media pulgada para procurar una mezcla homogénea (Alarcón, 2013, p.39). La arena generalmente se obtiene de minas locales.
- *Agua*. La reacción química entre el cemento y el agua provoca el endurecimiento del bloque. Debe ser agua limpia, libre de materia orgánica, aceites y otras impurezas que afecten la resistencia del bloque. Las bloqueras obtiene el agua a través de la red pública o servicios de agua potable como son las pipas (Calderón, 2004).

La creciente presión sobre los recursos naturales de un desarrollo económico insostenible, conduce la atención hacia una mejor gestión de los mismo (Tol, 2005). En este sentido, existen diferentes propuestas de agregados alternativos cuyo principal propósito es reducir la apertura de nuevas explotaciones para la producción de bloques (Etxeberria, Fernández & Limeira, 2016) y disminuir la cantidad de energía para producir agregados de alta calidad.

Algunos de los materiales de construcción alternativos para la realización de bloques de cemento para la construcción son el Bitublock, conocidos también como bloques de suelos. Estos son bloques de construcción elaborados con residuos agrícolas que mejoran las propiedades del bloque proporcionando una solución sustentable, la ventaja de las fibras de residuos agrícolas es su accesibilidad – debido a que es una actividad importante dentro de la económica de la mayoría de los países – utilizados para producir viviendas de bajo costo, comodidad y mantenimiento de los edificios de patrimonio cultural (Danso, Martinson, Ali & Williams, 2015). Entre las consideraciones de estas propuestas es el hecho de encontrar tierra que cumpla con las especificaciones de la norma para no alterar las propiedades del bloque (Fay, Cooper & Morais, 2014).

Otros estudios como el de Etxeberria, Fernández & Limeira (2016) han optado por estudiar la producción de bloques con agregados reciclados mixtos, agregados de desechos de la industria del acero y agua de mar; sin embargo, el uso de agua de

mar (en lugar de agua dulce) se ha comprobado no ser una solución a largo plazo, debido a que afecta la durabilidad y la corrosión acelerada del cemento.

Las limitantes de estos productos alternativos es la determinación del uso constructivo aplicable a la normatividad que permia la seguridad estructural. Además de que la calidad depende de los materiales utilizados, así como de su tratamiento.

### 2.3 Regulaciones de los impactos ambientales generados por las bloqueras

Primeramente, es relevante definir que la norma que contiene las especificaciones para la fabricación de los bloques de concreto en México es la NMX-C-404-ONNCCE, dicha norma contiene los métodos de ensayo para que la producción sea uniforme y de calidad. Esta norma es aplicable a los bloques de fabricación nacional y de importación, que se comercialicen en territorio nacional (Organismo Nacional de Normalización [ONNCCE], 2012), su emisión está a cargo del Organismo Nacional de Normalización y Certificación de la Construcción y Edificación (ONNCCE), y es identificada como *norma de calidad*, de observancia voluntaria, sin embargo, puede estipularse en contratos, proyectos y reglamentos de construcción como requisito que la vuelve obligatoria en dicho contexto. También establece los estándares de resistencia y compresión que los bloques deben presentar, así como las medidas de control de calidad de producción y en obra a través de muestreo de los bloques.

Esta norma se acompaña de otras normas inherentes a la fabricación de bloques, las cuales tiene que ver con la resistencia a la compresión (NMX-C-036-ONNCCE-2013), la determinación de la contracción por secado (NMX-C-024-ONNCCE-2012) y la determinación de la absorción total e Inicial de agua (NMX-C-037-ONNCCE-2013) que los bloques deben tener. Aunado a estas normas, existe una certificación por producto, tal es el caso de la certificación del bloque de concreto estándar, otorgada por la misma entidad normativa, que comprende las buenas prácticas de manufactura referente a la línea de producción.

Las regulaciones ambientales de la Ciudad de México (antes Distrito Federal) relacionada con los impactos ambientales de la producción de bloques de cemento son las normas ambientales: NADF-005-AMBT-2013 y NADF-018-AMBT-2009, y los proyectos de normas ambientales: PROY-NADF-007-RNAT-2013 y PROY-NADF-022-AGUA-2011 (ver figura 7). Cabe resaltar que algunas de estas normas no son de aplicación obligatoria para las bloqueras, sin embargo; su actividad sí genera el impacto señalado en dichas normas.

Figura 7

**Regulaciones de los impactos ambientales de las bloqueras**

<b>Impacto</b> →	<b>Objetivo</b>	<b>Regulaciones aplicables</b>
Agua →	Implementar programas para el ahorro de agua potable	PROY-NADF-022-AGUA-2011
Aire →	Prevenir las emisiones atmosféricas de particular	NADF-018-AMBT-2009
Tierra →	Plan de manejo de residuos sólidos	NOM-161-SEMARNAT-2011 PROY-NADF-007-RNAT-2013
Ruido →	Define los límites máximos de emisiones sonoras	NADF-005-AMBT-2013

Fuente: elaboración propia con base en normas citadas.

Como se había mencionado anteriormente, las bloqueras generan residuos sólidos a través de producciones defectuosas o de mala calidad, mismos están regulados (ver tabla 6) para su adecuada gestión. En específico, los residuos especiales deben seguir un plan de manejo que va desde la prevención y control, la gestión de los residuos hasta su disposición final, ya sea para reciclaje o reuso.

La Ley General del Equilibrio Ecológico y de la Protección al Ambiente (LGEEPA) determina la prevención y control del suelo a través de reducir y prevenir la generación de residuos sólidos municipales e industriales; es por ello que la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR) otorga a las entidades federativas la responsabilidad de autorizar el manejo integral de residuos de manejo especial a través del funcionamiento de los sistemas de

recolección, almacenamiento, transporte, alojamiento, reuso, tratamiento y disposición final de residuos sólidos municipales.

Tabla 6

**Objetivos de las legislaciones aplicables a la generación de residuos**

<b>Legislación</b>	<b>Objetivo</b>
Ley General del Equilibrio Ecológico y de la Protección al Ambiente (LGEEPA)	Establece los criterios para la prevención y el control de la contaminación del aire, agua y suelo
Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR)	Determina los criterios que deberán de ser considerados en la generación y gestión integral de los residuos
La Ley de Residuos Sólidos del Distrito Federal (LRSDF)	Regular la gestión integral de los residuos sólidos considerados como no peligrosos, así como la prestación del servicio público de limpia
Norma Oficial Mexicana NOM-161-SEMARNAT-2011	Establece los criterios para clasificar a los residuos de manejo especial y determinar cuáles están sujetos a plan de manejo
Proyecto de norma ambiental para el Distrito Federal PROY-NADF-007-RNAT-2013	Establecer la clasificación y especificaciones de manejo de los residuos de la construcción y demolición

Fuente: elaboración propia con base en normas citadas.

El bloque de cemento por su composición se clasifica en la categoría de residuo especial, es decir, son aquellos generados en los procesos productivos, que no reúnen las características para ser considerados como peligrosos o como residuos sólidos urbanos. Dentro de esta categoría, es considerado como residuo de la construcción, los cuales consisten generalmente en pedacería de materiales utilizados para construir como por ejemplo madera, paneles de yeso o de cemento, residuos de albañilería, metales, vidrio, plásticos, asfalto, concretos, ladrillos, bloques, materiales de excavación, cerámicos, entre otros (Congreso general de los Estados Unidos Mexicanos, 2003); SEDEMA, 2014b). No obstante, a pesar de la

diversidad de residuos englobados en esta categoría el manejo de estos residuos está orientado a obras de construcción y demolición, percibida como una fuente temporal de residuos.

El proyecto de norma ambiental para la Ciudad de México (SEDEMA, 2014b), establece la clasificación y el manejo de residuos de la construcción con la intención de minimizar su disposición final inadecuada. De acuerdo con la cantidad de generación de residuos existen tres tipos de obligaciones:

1. Si los residuos generados son hasta 3 m<sup>3</sup>, deberán dar aviso a la delegación y entregar sus residuos a un centro de acopio o reciclaje autorizado.
2. Si los residuos generados son mayores de 3 m<sup>3</sup> y hasta 7 m<sup>3</sup>, además de dar aviso a la delegación deberán adherirse al plan de manejo del centro de acopio, reciclaje autorizado o de la delegación correspondiente, informando los residuos generados.
3. Si los residuos son mayores a 7 m<sup>3</sup>, se deberá presentar un plan de manejo de residuos para su evaluación y autorización.

El plan de manejo de residuos es el instrumento que considera el conjunto de acciones que permitan minimizar la generación de residuos sólidos municipales y de manejo especial, e incluye la separación de la fuente, almacenamiento, recolección y transporte, aprovechamiento y disposición final de los mismos (SEMARNAT, 2013). Los generadores de residuos deben apegar su actividad productiva a estos lineamientos participando con sitios de acopio provisional, plantas de reciclaje o disposición final autorizados que garantice el manejo adecuado de los residuos, apoyándose de prestadores de servicios de transporte o el servicio público de limpia para transportar los residuos del sitio de generación a los centros autorizados de disposición final, por el cual deberán presentar un reporte del material transportado y su destino final - recabando los manifiestos Entrega-Recepción del servicio de recolección y transporte –, al igual que pagar la tarifa correspondiente que establece el Código Fiscal de la Ciudad de México (antes Distrito Federal), para programar el servicio de recolección y transporte.

Los residuos de manejo especial son considerados como residuos de la construcción potencialmente reciclables, formados por prefabricados de mortero, concreto (blocks, tabicones, adoquines, tubos, etc.), concreto simple, concreto armado, cerámicos, concretos asfálticos, concreto asfáltico producto del fresado, productos de mampostería, tepetatosos, prefabricados de arcilla (tabiques, ladrillos, blocks, etc.), blocks, mortero (SEDEMA, 2012a, p.13).

Por lo que, para el aprovechamiento de estos residuos, las bloqueras deberían enviar a reciclaje por lo menos un 30% de estos residuos durante el primer año, incrementándose dicho porcentaje en un 15% anual hasta llegar al 100% como óptimo. Los residuos se pueden utilizar por el generador en el mismo sitio de generación, pero debe ser indicado en el plan de residuos. De igual manera deberán presentar el cálculo de los indicadores de manejo de los residuos reciclados en obra, dichos residuos se reciclarán fuera de obra, como material reusable, y residuos para disposición final (SEDEMA, 2014b).

En cuanto a la contaminación del aire, la norma NADF-018-AMBT-2009 establece los lineamientos prevenir las emisiones atmosféricas de particular  $PM_{10}^6$  y menores, aunque solo considera como objeto obligatorio de aplicación a las obras de construcción y/o demolición. Su principal propósito es prevenir las emisiones de partículas que se emiten a la atmósfera, estas emisiones pueden ser generadas a través del polvo que se levanta por acción del viento en una obra de construcción. Estableciendo como obligación que toda persona que realice una obra de construcción y/o demolición debe controlar la generación de partículas durante las 24 horas del día, los 7 días de la semana por el periodo que dure la obra, además de llevar cabo el registro de una bitácora del manejo de materiales (SEDEMA, 2012a).

La norma define al manejo de materiales como las actividades de movimientos de tierra en las obras de construcción, incluyendo la carga (colocar el material a granel

---

<sup>6</sup> Son aquellas partículas sólidas o líquidas de polvo, cenizas, hollín, partículas metálicas, cemento o polen, dispersas en la atmósfera, y cuyo diámetro varía entre 2,5 y 10  $\mu m$  (1 micrómetro corresponde la milésima parte de 1 milímetro) (Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente, s.f.).

en un vehículo para ser transportado a un destino específico) y descarga (material a granel que fue cargado y es colocado en zanjas o pilas, para su uso) de materiales. Puede tratarse que cualquier material incluyendo tierra, piedra, arena, sedimentos, gravas, agregados de menos de 5 cm de longitud o de diámetro, escombros de demolición, algodón, basura, cenizas, piedra pómez, polvo visible, alimentos, granos, fertilizantes, etc. que se depositan o manejan sin ser empacados (SEDEMA, 2012a, pp.10-19).

Dentro de las medidas generales aplicable a las bloqueras se encuentran:

1. Ubicar las actividades que generen polvo (por ejemplo: acopios pulverulentos, corte de elementos cerámicos, taller de carpintería, tamizado etc.), en lugares protegidos y sin corrientes de aire.
2. Colocar lonas, plásticos, etc., para contener el polvo en zonas cercanas a viviendas donde se pueda afectar al entorno, a fin de evitar los daños que pueda provocar la dispersión de polvo a otras zonas.
3. En las áreas de depósito de materiales, instalar barreras contra viento fabricadas de un material con porosidad de 50% o menos, con una altura similar a la pila de material almacenado.
4. Cuando se realice la carga de un material al camión, se deberá generar una bitácora con el tipo y cantidad material transportado y la cantidad de agua en el riego. Estableciendo que por cada metro cúbico de material transportado se debe agregar 0.15 m<sup>3</sup> de agua.

A pesar de no ser una norma aplicable a las bloqueas, la actividad de estas genera este tipo de partículas.

Mientras que, para la contaminación del agua, existe el proyecto de norma ambiental para la Ciudad de México PROY-NADF-022-AGUA-2011, la cual establece la obligación de presentar e implementar programas de ahorro de agua potable a los grandes consumidores de la Ciudad de México, es decir, a aquellos establecimientos cuyo consumo de agua potable sea mayor a 6,000 m<sup>3</sup> anuales ya sea proveniente de la red de agua potable o pipas. Pero las bloqueras tiene un

consumo inferior para considerarse grandes consumidores. Esta norma establece un programa que contiene una serie de medidas para reducir su consumo de agua potable, como mejorar la eficiencia de los procesos productivos en el uso de agua o la instalación y operación de sistemas de aprovechamiento de agua de lluvia (SEDEMA, 2012b, pp.50-59).

Por otro lado, la contaminación del ruido está regulada por la norma NADF-005-AMBT-2013, la cual define los límites máximos permisibles de emisiones sonoras, en relación al deterioro en la calidad de la vida de los habitantes por las actividades que en su operación utilizan herramientas, maquinaria, equipos o cualquier otro artefacto que producen emisiones sonoras (SEDEMA, 2014a, pp.3-14). Establece las condiciones mínimas de medición de las emisiones sonoras, los puntos y la determinación del nivel efectivo de fuente emisora.

Los niveles máximos permisibles van de los 60dB a los 65dB dependiendo del horario y en punto de referencia de la fuente emisora, ver tabla 7. Los titulares o responsables de las fuentes fijas u establecimientos mercantiles deberán emitir un informe con la descripción de la empresa y los estudios de medición de emisiones de ruido (SEDEMA, 2014a, p.13).

Tabla 7

**Límites máximos permisibles de emisiones sonoras**

Horario	Límite máximo permisible	
	En el punto de referencia	En el punto de denuncia
6:00 h. a 20:00 h.	65 dB	63 dB
20:00 h. a 6:00 h.	62 dB	60 dB

Fuente: Secretaría del Medio Ambiente. (29 de diciembre de 2014). Norma Ambiental para el Distrito Federal NADF-005-AMBT-2013 [NADF-005]. Gaceta Oficial del Distrito Federal (p.13).

Además del cumplimiento de estas normas ambientales, la Secretaría del Medio Ambiente emita la Licencia Ambiental Única para el Distrito Federal, la cual es un instrumento de política ambiental por el que se concentran diversas obligaciones ambientales de los responsables de fuentes fijas que están sujetos a las disposiciones de la Ley Ambiental de Protección a la Tierra en el Distrito Federal y

ampara los permisos y autorizaciones referidos en la normatividad ambiental (como la generación y manejo de residuos sólidos, el programa de ahorro de agua a los grandes consumidores y las emisiones de ruido, mencionadas anteriormente) (SEDEMA, s.f.).

Es importante considerar las regulaciones permanentes aplicables a la actividad de la fabricación de bloques de cemento, sobre todo porque son la base para comenzar a considerar los costos externos ambientales dentro de la empresa previendo que pueden ser requerido para internalizarlos en el futuro.

# Método

El presente trabajo es una investigación empírica con método de encuesta con el propósito de determinar las implicaciones en las utilidades a corto plazo en la bloqueras de la Ciudad de México al internalizar los costos externos ambientales de la producción de bloques de cemento.

En un primero momento se procedió a identificar los impactos ambientales dentro del proceso productivo de esta actividad a través de la revisión de la literatura relativa a las regulaciones y buenas prácticas de producción. También se elaboró una encuesta descriptiva de corte trasversal a una muestra de 38 empresa ubicadas en la Ciudad de México.

El propósito de la encuesta era conocer las prácticas de producción, los costos y gastos operativos que tienen las bloqueras; está constituida por seis categorías con los siguientes objetivos:

- *Producción*, conocer el tipo de bloque producido, la producción diaria y la tecnología utilizada.
- *Dosificación de recursos*, conocer las cantidades utilizadas de los insumos en la producción.
- *Costos operativos*, conocer quién es su proveedor de materias primas, cual es el costo aproximado de ellas e información relativa a su proceso de fraguado.
- *Residuos*, conocer los residuos generados y su disposición a participar en programas de manejo de residuos.
- *Normatividad*, conocer cuál es el proceso de inspección de los bloques, y si su elaboración se basa en alguna norma de calidad o certificación.

- *Características generales del negocio*, conocer cuántos empleados tienen, cuántos días a la semana trabajan y gastos básicos del negocio.
- *Clientes*, conocer quiénes son los clientes principales de las bloqueras y cómo en su tipo de venta

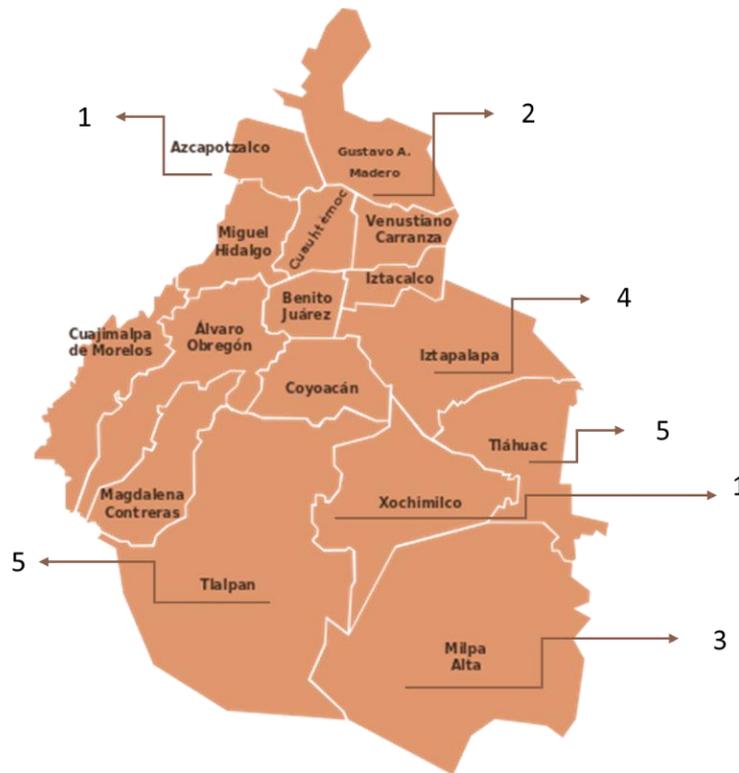
### 3.1 Recopilación de datos y muestra

El marco muestral utilizado para la selección de la muestra fue el listado de 74 empresas identificadas por el Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas, dedicadas a la fabricación de tubos y bloques de cemento (DENUE, 2016). Es una muestra no probabilística por conveniencia, en la que se excluyeron las empresas que se dedican a otras actividades distintas a la fabricación de bloques, así como a las empresas no localizadas y las que se encontraban ubicadas en localidades de difícil acceso.

De las 38 empresas que cumplían con los criterios establecido, se completaron 18 entrevistas (ver figura 8), obteniéndose una tasa de respuesta del 47.4%, esto debido al surgimiento de información incompleta en algunas entrevistas y a la negativa por participar de algunas empresas. La encuesta se aplicó a los dueños o encargados de las bloqueras (ver anexo uno), quienes estaban involucrados directamente con la operación del negocio.

Figura 8

### Bloqueras entrevistadas por delegación en la Ciudad de México



Fuente: elaboración propia con base en la investigación de campo

### 3.2 Prevención de la contaminación en las bloqueras de la Ciudad de México

Como se mencionó en el capítulo uno, las estrategias de Hart (2007) son un camino progresivo para la internalización de las externalidades ambientales dentro de las empresas, y las pymes en su mayoría han optado por implementar estrategias relacionadas con la prevención de la contaminación debido a sus impulsores (reducción de costos y emisiones, y obtener una ventaja competitiva) y a sus limitaciones (la falta de interés por ir más allá de sus requerimientos regulatorios).

También recordemos que esta estrategia mantiene un enfoque interno y de corto plazo, por lo que no debe limitar el avance a otras estrategias, simplemente es el camino de entrada sugerido para este tipo de empresas. Sin embargo, para la implementación de la estrategia de prevención de la contaminación las empresas deben estar bien internamente, evitando así que el desempeño interno produzca

resultados no deseados bloqueando el avance al desarrollo sustentable. Dicho en otras palabras:

*“En las empresas que no cuentan con procesos bien desarrollados de gestión de la calidad, podría haber obstáculos para implementar la prevención de la contaminación, ya que la estrategia requiere la participación voluntaria de un gran número de personas, especialmente de empleados, en esfuerzos de mejora continua” (Imai, 1986; Ishikawa & Lu, 1985, citado por Hart, 2005, p.1000).*

Con el tiempo, una estrategia de prevención de la contaminación pasará de ser un proceso exclusivamente interno (competitivo) a una actividad externa basada en la legitimidad (Hart, 1995).

Debido al desconocimiento de la situación económica y productivas de las bloqueras, primero se optará por realizar un diagnóstico de la producción de las bloqueras para delimitar ¿dónde están las fuentes más importantes de residuos y emisiones en las operaciones actuales? y ¿se pueden reducir los costos y los riesgos eliminando residuos en la fuente o utilizándolo como una materia útil?, preguntas consideradas en esta estrategia por Hart (2007, p. 126).

# Resultados

### 4.1 Características generales del negocio

Como se había mencionado anteriormente las bloqueras son micro y pequeñas empresas, de la muestra de estudio el 56% tienen entre 3 y 5 empleados, el 17% tiene de 6 a 10 empleados, el 11% tiene de 11 a 15 empleados, el 6% tiene más de 15 empleados y el 11% restante tiene solo 2 empleados. Cabe aclarar que el 56% de las empresas producen más de un material de la construcción, por lo que los empleados no solo se dedican a producir bloques cemento y la cantidad de productos que ofrezcan una bloquera influye en el número de empleados que tenga cada una. En total estas 18 bloqueras emplean a 105 personas, bajo un esquema de pago a destajo y en un horario laboral de lunes a sábado.

En promedio, el precio unitario de venta del bloque es de \$5.50 por millar y en conjunto producen aproximadamente 629,200 bloques mensuales, lo que representa alrededor de \$3,062,300.00 ingresos mensuales<sup>7</sup> (ver tabla 8). En promedio cada bloquera produce 34,956 bloques mensuales, lo que representa ingresos por \$170,128.00 para cada una.

Tabla 8

#### **Bloqueras de la Ciudad de México por estratos de personal ocupado**

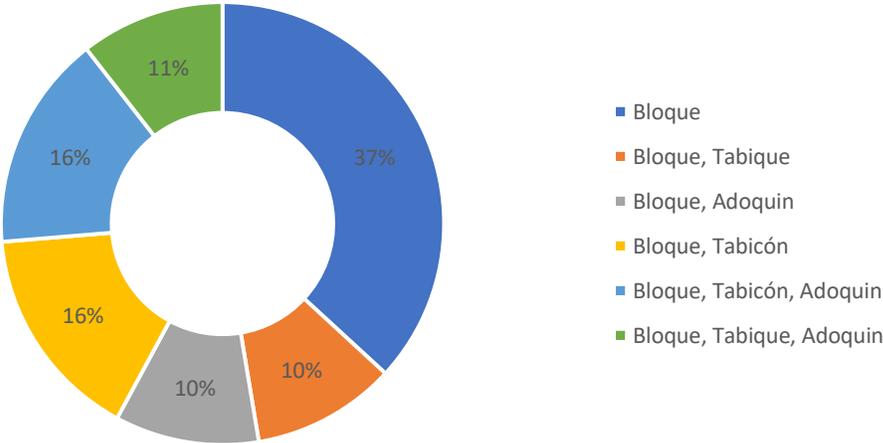
	<b>Unidades económicas</b>	<b>Personal ocupado</b>	<b>Ingresos mensuales</b>	<b>Producción mensual</b>
<b>Muestra de bloqueras de la Ciudad de México</b>	<b>18</b>	<b>105</b>	<b>3,062,300.00</b>	<b>629,200</b>
Hasta 2 personas	2	4	233,200.00	55,000
De 3 a 5 personas	10	35	1,792,480.00	360,800
De 6 a 10 personas	3	23	428,220.00	92,400
De 11 a 15 personas	2	26	444,600.00	88,000
Más de 15 personas	1	17	163,800.00	33,000

Fuente: elaboración propia de acuerdo con investigación de campo.

<sup>7</sup> Ingresos estimados considerando los días de reposo de los bloques antes de ser vendidos, en promedio este tiempo de reposo es de tres días.

El 44% de las bloqueras se dedican a producir solo bloque de cemento, el resto además produce otros elementos de la construcción como, por ejemplo, el 28% produce adoquín, el 33% tabicón y el 22% tabique; mismos que también están hechos a base de cemento, pero con mayor o menor cantidad de cemento (ver gráfica 3). Por otro lado, el tipo de bloque que más se produce es el liso o macizo, ya que el 83% de las bloqueras lo produce, mientras que el otro 17% produce bloques rústicos o de figura; por lo que, para esta investigación se consideró únicamente la producción de bloque macizo de 12x18x38 y 12x20x40 centímetros, por ser los bloques más producidos.

**Gráfica 3**  
**Materiales producidos por las bloqueras**



Fuente: elaboración propia de acuerdo con investigación de campo.

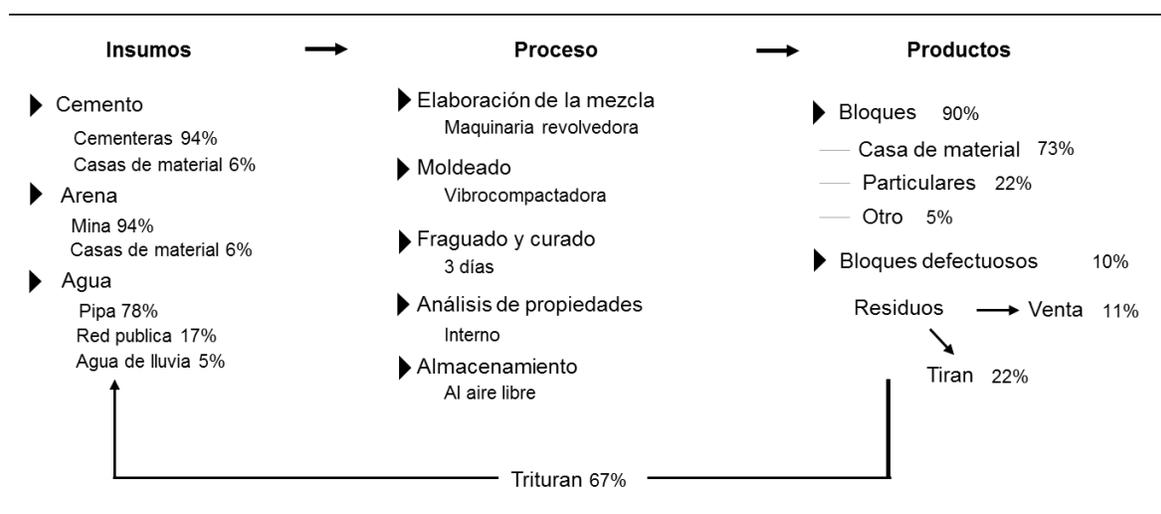
Estas empresas tienen en promedio 7 años registradas en el DENE, cuatro de ellas solo tienen tres años, mientras que el resto tienen siete años realizando esta actividad. Todas son empresas legalmente constituidas por estar registradas en el DENE y son sociedades anónimas; sin embargo, el pago a los trabajadores es a destajo bajo condiciones que no fomentan el bienestar físico de los empleados, existe una ausencia de prácticas para prevenir accidentes, como por ejemplo, la utilización de guantes, cubrebocas, entre otros.

## 4.2 Procesos de fabricación

Las bloqueras utilizan principalmente tres insumos: cemento, arena y agua; el primero lo obtienen de las cementeras Fortaleza y Moctezuma, y solo el 19% obtiene el cemento a través de casas de material. Por otro lado, la arena la obtienen directamente de las minas, localizadas principalmente en el Estado de México (Ixtapaluca, Zapotitlán, entre otros) o de estados como Veracruz. Mientras que el suministro de agua es en su mayoría a través de pipas, aunque una bloquera declaró recolectarla por lluvia (ver figura 9).

Figura 9

### Diagrama del proceso de las bloqueras



Fuente: elaboración propia de acuerdo con investigación de campo.

Su producción es semitecnificada solo utilizan una mezcladora y una bloquera vibrocompactadora para producir los bloques, lo que indica que la producción depende en gran medida de la fuerza de los empleados. La vibrocompactadora tiene una capacidad para dos moldes, es decir, limita la capacidad productiva y obliga a repetir más veces el moldeo.

Los clientes principales de las bloqueras son las casas de material o intermediarios (71%), seguidos por los particulares con el 22%, mientras que el 5% pertenece a otro cliente no especificado; ninguna bloquera vende a constructoras. La manera en que venden a sus clientes es por pedido, así como al mayoreo (más de un millar) y al menudeo (menos de un millar).

Las cementeras únicamente juegan un rol de proveedor de materia prima; sin embargo, cinco bloqueras han sido invitadas a cursos de fabricación de bloques, pero la disposición por asistir a estos eventos es negativa, no asisten debido a que no tienen tiempo o no les interesa el curso.

#### 4.3 Producción actual de las bloqueras

Como se había mencionado anteriormente, la producción promedio actual de las bloqueras es de 34,956 bloques mensuales; sin embargo, para la estimación de su estado de resultados<sup>8</sup> se considera una producción 33,000 bloques al mes, porque es la producción más frecuente. Por lo que, el margen sobre la utilidad neta es del 9% sobre los ingresos, mientras que el margen de utilidad bruta es del 17% (ver tabla 9).

Tabla 9  
**Estado de resultados mensual**

<b>Concepto</b>	<b>Importe</b>
<b>Ingresos totales</b>	<b>\$ 181,500.00</b>
Costo de venta	\$ 150,151.00
<b>Utilidad bruta</b>	<b>\$ 31,349.0</b>
Gastos administrativos	\$ 14,462.71
Depreciación y amortización <sup>9</sup>	\$ 0.00
<b>Utilidad operativa</b>	<b>\$ 16,886.29</b>
Gastos financieros	\$ 0.00
<b>Utilidad antes de impuestos</b>	<b>\$ 16,886.29</b>
ISR	\$ 5,065.89
PTU	\$ 1,688.63
<b>Utilidad neta</b>	<b>\$ 10,131.77</b>

Fuente: elaboración propia.

En cuanto al costo de venta, este está constituido por el consumo de cemento, arena y agua, además del consumo de energía eléctrica y el sueldo de los trabajadores; teniendo así que el costo de venta representa el 83% sobre sus ingresos y los gastos administrativos el 8%, estos últimos constituidos por la renta, el sueldo del

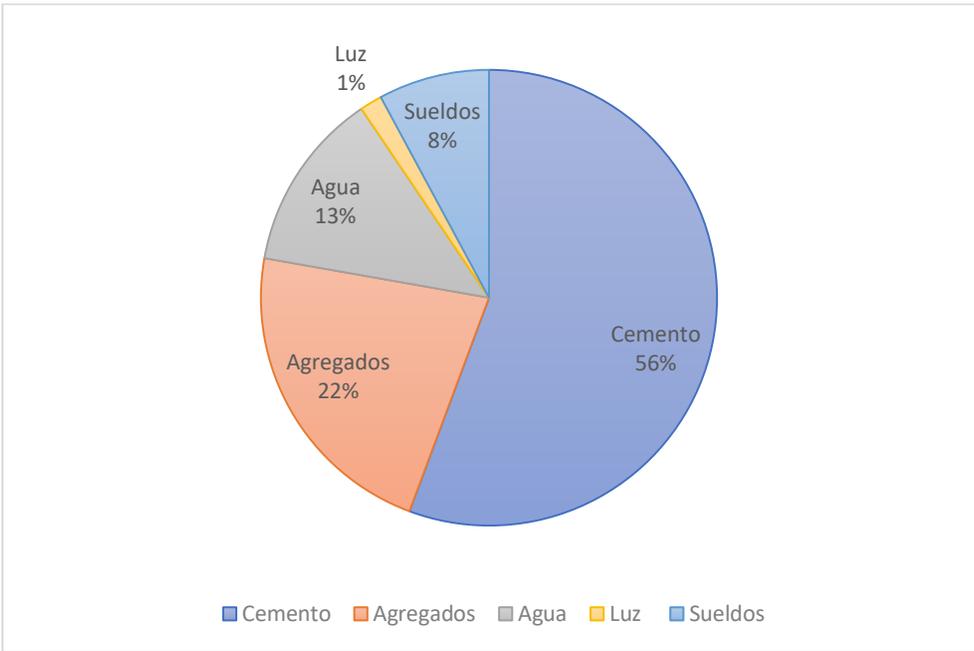
<sup>8</sup> Se consideraron las respuestas obtenidas de la encuesta y los precios del mercado de los insumos.

<sup>9</sup> No se considera depreciación debido a que sus activos ya fueron depreciados y tienen una antigüedad de 5 a 7 años en promedio, y tampoco existe una inversión en activos para amortizarlos.

administrador, el teléfono y el combustible, lo que genera un gasto de \$14,462 mensual.

Como se puede apreciar en la gráfica 4, **el concepto que representa el mayor costo es la compra de cemento**, porque es la materia prima principal y aunque se utiliza en menor cantidad que la arena, este tiene un costo de \$3,040.00 por tonelada mientras que la arena cuesta \$170.00 por tonelada. **Otros conceptos pertenecientes al costo de producción es el pago a los trabajadores de \$7,425 mensuales, y el pago de luz con un importe promedio de \$3,250.00 bimestral.** Esta estructura de costos depende del nivel de producción por lo que, un acuerdo del precio con los proveedores por compras por volumen o disminución en el costo de envío ayudaría en el incremento del margen de utilidad.

Gráfica 4  
**Estructura del costo de producción**



Fuente: elaboración propia.

#### 4.4 Costos externos de la producción de bloques

De acuerdo con las regulaciones ambientales aplicables a la fabricación de los bloques de concreto y los resultados de la investigación de campo, las bloqueras deberían atender a la prevención de las emisiones atmosféricas e informar

voluntariamente, a la delegación correspondiente, sobre los residuos generados (ver figura 10). Por el contrario, en relación con la contaminación del agua y el ruido, para el primer caso las bloqueras no están obligadas a implementar un programa de ahorro de agua porque no son grandes consumidores; y para el segundo, se desconoce si rebasan los niveles máximos porque no se hicieron las pruebas técnicas necesarias.

Figura 10

**Regulaciones ambientales aplicables a los impactos ambientales de las bloqueras**

<b>Impacto</b>	<b>Regulación</b>	<b>Bloqueras</b>
Agua	Consumo mayor a 6,000 m <sup>3</sup> anuales ya sea proveniente de la red de agua potable o pipas	Consumen de 76 m <sup>3</sup> a 745 m <sup>3</sup>
Aire	Ubicar las actividades que generen polvo, incluyendo la carga y descarga de material	Colocar lonas, plásticos, etc., para contener el polvo en zonas cercanas a viviendas
Tierra	Informar voluntariamente de los residuos generados hasta 3m <sup>3</sup> y adherirse al plan de manejo de residuos hasta 7m <sup>3</sup>	Generan entre 1m <sup>3</sup> y 3m <sup>3</sup> de residuos
Ruido	Niveles máximos permisibles de 60 a 65 decibelios (dB)	Pruebas no realizadas

Fuente: elaboración propia con base en trabajo de campo y a Secretaría del Medio Ambiente. (29 de diciembre de 2014). Norma Ambiental para el Distrito Federal NADF-005-AMBT-2013. Gaceta Oficial del Distrito Federal; SEDEMA. (25 de septiembre de 2012). Norma Ambiental para el Distrito Federal NADF-018-AMBT-2009. Gaceta Oficial del Distrito Federal; SEDEMA. (25 de septiembre de 2012). Proyecto de norma ambiental para el Distrito Federal PROY-NADF-022-AGUA-2011. Gaceta Oficial del Distrito Federal y Gobierno del Distrito Federal. (28 de noviembre de 2014). Ley de Residuos Sólidos del Distrito Federal. [reformada]. Gaceta Oficial del Distrito Federal.

El 67% de las bloqueras reutilizan los bloques defectuosos como insumo para las producciones posteriores, es decir, reutilizan sus residuos; por lo que, solo deberán dar aviso a la delegación correspondiente, de manera voluntaria sobre los residuos generados especificando que son reutilizados en el sitio de generación. Por otro

lado, las bloquera que desechan sus residuos (el 22%), deberán dar aviso a la delegación y entregar sus residuos a un centro de acopio o reciclaje autorizado.

#### 4.4.1 Criterios de calidad de los bloques

Respecto a los criterios de calidad, existen cinco criterios específicos que influyen en la calidad del bloque que se pueden identificar en el proceso de producción (ver tabla 10), estos criterios son independientes a las pruebas de inspección técnicas<sup>10</sup> de calidad necesarias que define el ONNCCE:

Tabla 10  
**Criterios principales de calidad**

<b>Etapa</b>	<b>Normatividad</b>	<b>Muestra</b>
Almacenamiento	En un lugar cerrado	El cemento está guardado pero la arena está al aire libre
Dosificación	Por cada bulto de cemento son 7 de arena	Por cada bulto de cemento son de 4 a 11 de arena
Bloques por bulto de cemento	En promedio son 30 bloques	En promedio son 52 bloques
Días de reposo	De 7 a 15 días	De 3 a 10 días
Análisis de propiedades	Se apegan a la norma	Es interna

Fuente: elaboración propia con base en trabajo de campo.

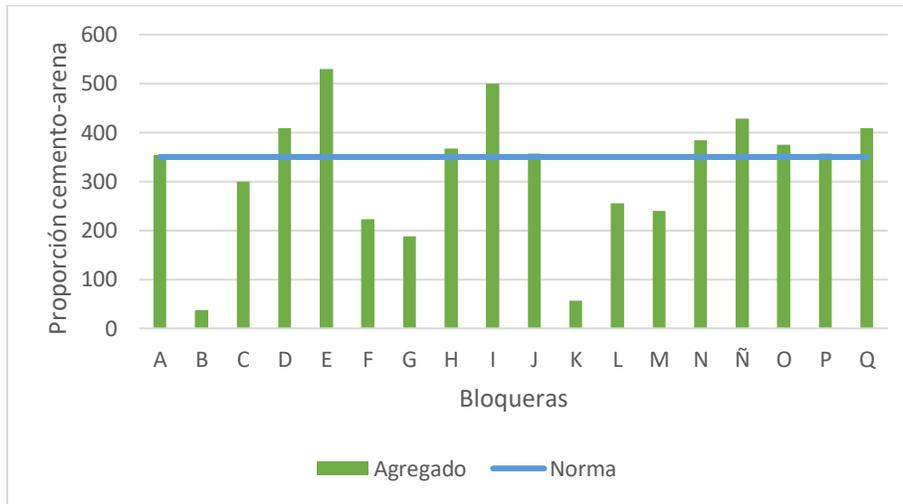
Como se puede apreciar en la tabla 10, al comparar las prácticas de las bloquera con las prácticas sugeridas de calidad, existen diferencias notables. Esto se debe en gran medida al desconocimiento de las normas, como por ejemplo la norma NMX-C-404, así como el desconocimiento de la certificación por producto.

Analizando el consumo de materiales, el 39% de las bloqueras rebasa la cantidad sugerida para producir los bloques con las condiciones adecuadas de resistencia,

<sup>10</sup> En este proyecto de tesis no se realizaron estas pruebas debido al desconocimiento técnico para su elaboración y al acceso a laboratorios especializados.

que es de 350 kg de arena por 50 kg de cemento (7:1). Por el contrario, el 39% utilizan menos cantidad de agregados del sugerido. Como se puede ver en la gráfica 5, la línea recta indica la cantidad sugerida de agregados de acuerdo con la norma y solo cuatro bloqueras se encuentran dentro de este nivel sugerido de calidad.

Gráfica 5  
**Proporción de arena por un bulto de cemento**

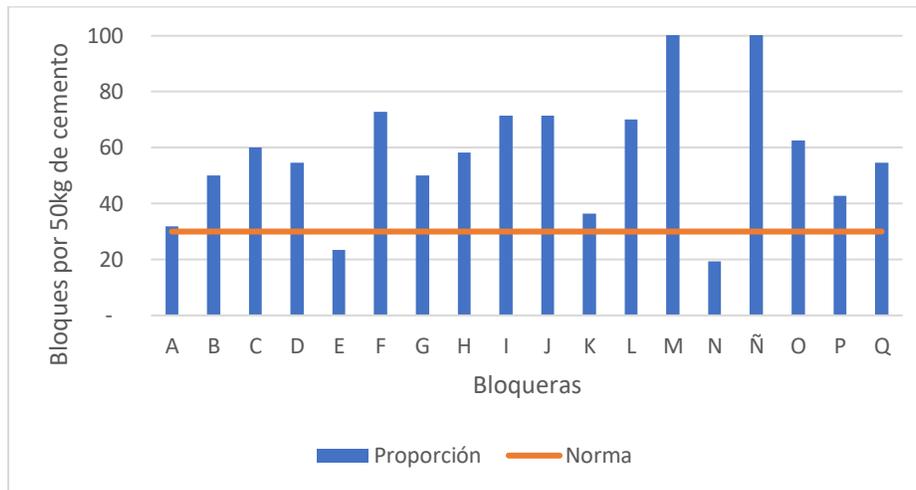


Fuente: elaboración propia.

Referente a la producción, para un bulto de cemento las bloqueras se encuentran por encima de los 30 bloques sugeridos, llegan a producir hasta 71 bloques (solo dos casos presentan un nivel alto de más de 100 bloques), es decir, son 41 bloques más de los sugeridos. Solo tres bloqueras se apegan a la cantidad sugerida en un rango menor a diez bloques de diferencia (ver gráfica 6).

Gráfica 6

**Producción de bloques por un bulto de cemento**



Fuente: elaboración propia.

En conclusión, de las cuatro bloqueras que más se apegaban al consumo de agregados sugeridos (bloqueras A, H, J y P) no lo hacen tanto para la producción de bloques por 50kg de cemento, ya que ellas producen entre 43 y 71 bloques. Solo existe una bloquera que apega su comportamiento de acuerdo con las normas de calidad sugeridas por la norma y se trata de la bloquera A, la cual utiliza 355kg de arena para producir 32 bloques de cemento.

La implementación de las prácticas sugeridas de calidad dentro de las bloqueras en consecuencia genera un aumento en el consumo de las materias primas, del 81% de cemento y 55% de agregados. Este consumo adicional es considerado como el costo externo (ver tabla 11), por atender el posible daño que los bloques sin la calidad adecuada pueden ocasionar en la integridad de la estructura construida y de sus ocupantes, dicho de otra manera, se trata de una externalidad de productor a consumidor.

Tabla 11

**Costo externo de calidad sugerida**

Concepto	Importe
Cemento	76,000.00
Agregados	23,460.00
Agua	20,700.00
<b>Costo externo</b>	<b>\$120,160.00</b>

Fuente: elaboración propia.

4.4.2 Residuos de la producción

En promedio, por cada 1000 bloques producidos el 1% de estos son defectuosos; sin embargo, las bloqueras reutilizan estos bloques como insumo para las producciones posteriores, estos bloques se muelen o trituran y se incorporan a la arena como nueva materia prima. El 11% de las bloqueras declararon inclusive vender estos bloques, a particulares que buscan pedazos de bloque para esquinas o para completar una pared. No obstante, existe una coerción hacia los empleados debido a que los desperdicios que existan en la producción serán descontados de su sueldo, por lo que ellos deben trabajar de manera eficiente para producir el pedido de bloques sin residuos y a tiempo.

Por otro lado, el 22% de las bloqueras sí desechan o tiran sus residuos, por lo que deberían entregarlos a un centro de acopio o centro de reciclaje autorizado. Por los servicios de recolección, recepción y disposición final de residuos sólidos se debe pagar una tarifa de \$0.60 por cada kilogramo que exceda los 50 kilogramos que establece el Código Fiscal del Distrito Federal para residuos de la construcción.

De acuerdo con esto el costo externo por la generación de residuos es de \$3,936.98 para las cuatro bloqueras que desechan sus residuos y no los reutilizan (ver tabla 12).

Tabla 12  
**Costo externo de residuos generados por las bloqueras**

	Bloqueras que reutilizan	Bloqueras que no reutilizan
Residuos generados en promedio (kg)	2,901	6,562
Cuota	\$ 0.00	\$ 0.60
<b>Costo externo</b>	<b>\$ 0.00</b>	<b>\$ 3,936.98</b>

Fuente: elaboración propia.

#### 4.4.3 Prevención de emisiones de partículas atmosféricas

Siguiendo las recomendaciones de la norma NADF-018, para evitar los daños por la dispersión de polvo en zonas cercanas a viviendas, se considera como costo externo la compra de una lona para cubrir los agregados y así contener el polvo que puede ser levantado por el viento (ver tabla 13).

Tabla 13  
**Costo externo de prevención de emisiones de partículas atmosféricas**

Concepto	Bloqueras que reutilizan	Bloqueras que no reutilizan
Lona para cubrir los agregados	\$671.00	\$671.00
<b>Costo externo</b>	<b>\$671.00</b>	<b>\$671.00</b>

Fuente: elaboración propia.

Aunque este costo externo, no es mensual debido a que la lona tiene una vida útil de 2 a 5 años dependiendo de su uso.

#### 4.5 Internalización de costos externos ambientales

A continuación, se representa la internalización del costo externo de las bloqueras, apegándose a los criterios de calidad, reutilización de sus residuos y prevención de la generación de emisiones.

##### 4.5.1 Costos externos ambientales

Teniendo que el costo externo (el que recae sobre terceros) por la calidad del producto, los residuos generados y la prevención de emisiones es de \$120,831.00 (ver tabla 14), más el costo del productor o privado generan un costo social de \$282,601.00 para las bloqueras que reutilizan sus desechos y de \$286,537.98 para

bloqueras que no reutilizan. Internalizar el costo externo, reducirá el impacto de las externalidades ambientales generadas por las bloqueras.

Tabla 14  
**Costo externo y costo social de las bloqueras**

<b>Concepto</b>	<b>Bloqueras que reutilizan</b>	<b>Bloqueras que no reutilizan</b>
<b>Costo privado</b>	161,770.00	161,770.00
Costo externo		
Calidad del producto	120,160.00	120,160.00
Por residuos	0.00	3,936.98
Prevención de emisiones	671.00	671.00
<b>Costo externo</b>	<b>120,831.00</b>	<b>124,767.98</b>
<b>Costo social</b>	<b>282,601.00</b>	<b>286,537.98</b>

Fuente: elaboración propia.

#### 4.5.2 Implicación en las utilidades

Ahora bien, con un nuevo costo de producción las bloqueras tendrían una pérdida de \$115,564 ya que su costo unitario pasaría de \$4.90 a \$8.56, 56% más alto que el precio de venta. Considerando que todas las bloqueras pueden reutilizar sus residuos como incentivos para ahorrarse \$3,936.98, se estimó el estado de resultados de las bloqueras que aparece en la tabla 15.

Tabla 15

**Estado de resultados internalizando sus costos externos ambientales**

<b>Concepto</b>	<b>Importe</b>
<b>Ingresos totales</b>	<b>\$ 181,500.00</b>
Costo de venta	\$ 282,601.00
<b>Utilidad bruta</b>	<b>\$ -101,101.0</b>
Gastos administrativos	\$ 14,462.71
Depreciación y amortización	\$ 0.00
<b>Utilidad operativa</b>	<b>\$ -115,563.71</b>
Gastos financieros	\$ 0.00
<b>Utilidad antes de impuestos</b>	<b>\$ -115,563.71</b>
ISR	\$ 0.00
PTU	\$ 0.00
<b>Utilidad neta</b>	<b>\$ -115,563.71</b>

Fuente: elaboración propia.

Realizado un estudio de sensibilidad se puede analizar cómo cambia la utilidad neta respecto a las variables precio y costo unitario (ver tabla 16); es decir, si el precio de venta subiera de \$5.50 a \$10.00, entonces el valor medido en términos de la utilidad neta cambia de \$-115,564 a \$19,762. Es decir, un incremento del 81% en el precio representa un aumento del 117% en la utilidad neta. Si las bloqueras decidieran incrementar el precio de venta del bloque tendrían un impacto en la competitividad de los precios.

Tabla 16

**Análisis de sensibilidad**

		<b>Precio</b>						
		<b>- 115,564</b>	5.50	6.00	7.00	8.00	9.00	10.00
<b>Costo privado</b>	4.55		10,132	20,032	39,832	59,632	79,432	99,232
	5.00		1,222	11,122	30,922	50,722	70,522	90,322
	6.00	<b>-30,963</b>	<b>-14,463</b>	11,122	30,922	50,722	70,522	70,522
	7.00	<b>-63,963</b>	<b>-47,463</b>	<b>-14,463</b>	11,122	30,922	50,722	50,722
	8.00	<b>-96,963</b>	<b>-80,463</b>	<b>-47,463</b>	<b>-14,463</b>	11,122	30,922	30,922
	8.56	<b>-115,564</b>	<b>-99,064</b>	<b>-66,064</b>	<b>-33,064</b>	<b>-64</b>	19,762	19,762

Fuente: elaboración propia.

Si las bloqueras pudieran con su nuevo nivel de calidad en los bloques, obtener una certificación podrían aumentar su precio de venta un 8% y buscar otras alternativas de mercado; sin embargo, como se puede ver en el análisis de sensibilidad este incremento es insuficiente para cubrir sus costos y generar una utilidad.

Tendría que existir otro tipo de apoyo para poder colocar el producto a ese precio en el mercado o poder disminuir su costo privado a través de economías de escala involucrando a los proveedores o competidores.

#### 4.5.3 Barreras de internalización de las bloqueras

Entre los factores que influyen en la internalización de los costos externos ambientales está el desconocimiento que tienen los dueños de las bloqueras sobre las regulaciones ambientales y de calidad aplicables. Por ejemplo, en este sentido, el 90 por ciento de los encuestados mencionaron no conocer las normas, y llevan a cabo su proceso de inspección de manera interna, solo dos bloqueras mencionaron tener una revisión de acuerdo con una compactadora y un laboratorio. Mientras que al preguntarles por qué es que producen de esa manera los bloques el 38% mencionó que lo hacen así por tradición, el 24% porque así lo pide el cliente y el 29% lo desconoce.

Respecto a su disposición por atender cuestiones ambientales, el 52% de las bloqueras estaría dispuestas a implementar un material más amigable con el ambiente, mientras que al 33% le es indiferente pero ambos grupos coinciden en considerar tres aspectos antes de implementarlo: primero que no implique costos adicionales, segundo que no aumente el tiempo de secado y tercero, que el cliente también lo apruebe y no afecte su venta. Tres bloqueras no están dispuestas a implementar otro material debido a que podría afectar la calidad del bloque y que tendrían que calibrar la máquina y no sabrían cómo hacerlo.

En general los dueños de las bloqueras, se perciben como empresas no generadoras de residuos, por lo que no ven necesario incluirse a un plan de manejo de residuos.

# Discusión y conclusiones

---

Con el objetivo de estimar el impacto en las utilidades en las bloqueras al asumir su costo externo ambiental, los costos internalizados se agruparon en tres categorías: calidad, residuos y emisiones atmosféricas. El análisis mostró que, del total del costo de producción de los bloques, los costos internalizados representaron alrededor del 43% del costo total lo que afectaría la generación de utilidades de las bloqueras.

Estos hallazgos indican que, si fueran internalizados los costos externos ambientales, afectaría a los costos de producción lo suficiente como para afectar el precio de venta, volviendo al producto la opción menos viable, como en Neill y Williams (2015) y Kudelko (2006). En este caso, el costo unitario pasaría de \$4.90 a \$8.56, es decir, 56% más alto que el precio de venta actual, por lo que si las bloqueras decidieran aumentar el precio tendrían que pasar de una estrategia de costos a una estrategia de diferenciación.

Pese a las creencias de que los residuos sólidos eran la principal fuente de contaminación, se descubrió que no es así porque reutilizan sus residuos, y el costo externo ambiental de prevención de emisiones atmosféricas representa solo el 1% del costo externo total; lo que significa que la fuente más importante de externalidad es la calidad de los bloques y atenderla implica un incremento en el uso de los insumos, consumirían 81% más de cemento y 55% más de agregados (arena y grava), lo que generaría un costo adicional de \$120,831.00 al costo de producción. Todo esto porque su producto a pesar de intercambiarse en el mercado, este no cumple con los estándares de calidad que definen las prácticas sugeridas por el Organismo Nacional de Normalización y Certificación de la Construcción y Edificación (ONNCCE).

Dentro de las barreras que tienen las bloqueras para implementar actividades encaminadas a la eficiencia y prevención de la contaminación se encuentran principalmente el desinterés de los propietarios de las bloqueras para capacitarse y

mejorar su producto, el desconocimiento de las normas de calidad y la presión de no incrementar el costo para apegarse a los precios del mercado; por lo que solo estarían dispuestos a implementar un material más amigable con el ambiente siempre que este también sea aceptado por el cliente y se apegue al costo actual.

De acuerdo con Hart (2007), las estrategias que primeramente integra una empresa son aquellas que se centran en el presente, es decir, en la eficiencia y prevención de la contaminación desde una perspectiva interna para después ampliar esta visión sustentable a la cadena de valor más allá de los límites tradicionales e incluir a las partes interesadas externas. Sin embargo, implementar las estrategias de prevención de la contaminación, en este caso, sí ayudaría a mejorar su eficiencia de producción y ofrecer un producto de calidad adecuada, pero no reduciría sus costos de producción al contrario los incrementaría en el corto plazo, ofreciendo una ventaja futura al estar preparados para requerimientos ambientales futuros y diferenciar su producto de la competencia; asumir su costo externo ambiental es un avance a su generación de valor sustentable.

En el corto plazo la internalización de sus costos externos ambientales afectaría su generación de utilidades y subsistencia, pero es necesario y conveniente comenzar a concientizar a las pymes sobre su impacto ambiental – ya que como se había mencionado anteriormente la gran población de pymes magnifica su impacto ambiental global – siendo necesario en este caso para las bloqueras brindar oportunidades de capacitación sobre estos temas ambientales y apoyarlas en el mejoramiento de su desempeño interno, por ejemplo podrían implementar un sistema de gestión de la calidad a través del ONNCCE, y de esta manera ellas puedan certificar su producto, mejorar sus procesos y reducir costos y riesgos como lo plantea la estrategia de prevención de la contaminación e integrar a las partes interesadas.

Quedando abierta la investigación hacia el estudio de las partes interesadas y así contemplar la internalización en el largo plazo, es decir, estudiar la predisposición de compra que tendrían las casas de material hacia un producto de calidad que exija un mayor precio; e inclusive identificar la apertura de que las bloqueras se

conviertan en proveedores de las constructoras, como una actividad de compra ecológica con políticas y prácticas ambientales. En este sentido, también podrían participar las cementeras (proveedores), el Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto y el ONNCCE (organismos reguladores más cercanos a la actividad productiva de las bloqueras) en su inclusión en prácticas ambientales a través de programas de capacitación y educación ambiental, asesoramiento y apoyo técnico, etc., que les facilite vincularse e invertir tiempo para la internalización adecuada.

Esto debido a que se identificó que las bloqueras tienen una participación aislada dentro de su cadena de producción y al tratarse de pymes, las bloqueras necesitan el apoyo y cooperación de otras organizaciones para internalizar sus costos externos, por si solas es difícil que afronten el alza en los costos de producción manteniendo el precio de venta (Lee, 2008); esto incluye también el involucramiento de los consumidores por adquirir productos sustentables con un precio más elevado.

En este caso, la autoconstrucción es una actividad poco controlada o regulada, pero el 63% de las viviendas que se construyen al año en México son construidas de esta manera; por lo que el apoyo para que las bloqueras internalicen sus externalidades, puede garantizar o estandarizar que las viviendas construidas a través de la autoconstrucción en la Ciudad de México, tengan un nivel de calidad homogéneo evitando con ello viviendas deficientes.

#### 4.1 Limitaciones del estudio

Dentro de las limitaciones de esta investigación se encuentra el hecho de que, no se tuvo acceso a los costos de los insumos de todas las bloqueras, por lo que se tuvieron que estimar y generalizar de acuerdo con los precios del mercado; esta generalización limita conocer si algunas bloqueras tienen ventajas en los precios a causa de compras por volumen, la ubicación del proveedor, el costo de envío, etc.

Mientras que el impacto ambiental del ruido no se incluyó dentro de los costos externos, a causa de que se necesitan pruebas muy específicas para determinar si las bloqueras emiten más emisiones sonoras de las que deberían, considerando que algunas se encuentran en zonas cercanas a viviendas.

## 4.2 Investigaciones futuras

Las investigaciones futuras pueden ir encaminadas a conocer cómo otros eslabones de la cadena productiva pueden ayudar a la internalización de los costos externos ambientales por parte de las microempresas. Así como estudiar cuál sería la apertura de los consumidores hacia adquirir un producto más costoso, pero con mejor calidad y menor impacto ambiental en la Ciudad de México.

Algunas de las alternativas por las que pueden optar las bloqueras para internalizar sus costos actuales, son: el crear una cámara de las bloqueras para disminuir su costo de producción ayudándose de las economías de escala para reducir sus costos, o tener como objetivo dentro de la cámara quitar o regular a los intermediarios para que no sacrifiquen tanto el precio de venta respecto al precio final al consumidor.

# Referencias

---

- Agan, Y., Acar, M. F., & Borodin, A. (2013). Drivers of environmental processes and their impact on performance: a study of Turkish SMEs. *Journal of Cleaner Production*, 51, 23-33.
- Aguilar, A., Pérez, R. y Ávila, S. (2010). Soluciones de la teoría económica para la contaminación del agua. En Aguilar, A. (Coord.), *Calidad del agua: un enfoque multidisciplinario*, (pp.221-246). México: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Alarcón, C. (2013). *Empleo de bloques con basura en la construcción como una alternativa de reciclaje*. (Tesis de maestría, Universidad Nacional Autónoma de México). Recuperado de <http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/handle/132.248.52.100/6187>
- Allacker, K., & De Nocker, L. (2012). An approach for calculating the environmental external costs of the Belgian building sector. *Journal of Industrial Ecology*, 16(5), 710-721.
- Arrieta, J. y Peñaherrera, E. (2001). *Fabricación de bloques de concreto con una mesa vibradora*. Recuperado de <http://www.bvsde.paho.org/bvsade/e/fulltext/uni/proy8.pdf>
- Bailey, A. P., Rehman, T., Park, J., Keatinge, J. D. H., & Tranter, R. B. (1999). Towards a method for the economic evaluation of environmental indicators for UK integrated arable farming systems. *Agriculture, ecosystems & environment*, 72(2), 145-158.
- Bator, F. M. (1958). The anatomy of market failure. *The quarterly journal of economics*, 72(3), 351-379.
- Baumol, W. J., Oates, W., & Pujana, A. M. (1982). Externalidades: definición, tipos significativos y condiciones de fijación óptima de precios. En Baumol, W. J., Oates, W., & Pujana, A. M., *La teoría de la política económica del medio*

*ambiente*, (pp.15-37), [Traducido al español de the theory of environmental policy]. Barcelona: Antoni Bosch Editor.

Beristain, G. Mendoza, I. y Vera, P. (s.f.). Gobernanza y liderazgo sustentable: el caso de la adopción de estrategias en la industria del cemento en México. En Cruz, M. (coord.), *Estrategias de las empresas líderes para implementar y promover criterios de sostenibilidad en las cadenas de valor en Latinoamérica*, México: FCA Publishing.

Biondi, V., Frey, M., & Iraldo, F. (2000). Environmental management systems and SMEs. *Greener Management International*, 29(29), 55-69.

Borozan, D., Starcevic, D. P., & Adzic, S. (2015). The Internalization of External Costs of CHP Plants in Croatia. *Energy Procedia*, 75, 2596-2603.

Bracci y Maran (2013). "Environmental management and regulation: pitfalls of environmental accounting?", *Management of Environmental Quality: An International Journal*, Vol. 24 Iss 4 pp. 538 – 554.

Bureau of Indian standards. (2005). Indian Standard Concrete masonry units — specification Part 1 hollow and solid concrete blocks (CED 53: Cement Matrix Products). Recuperado de <https://law.resource.org/pub/in/bis/S03/is.2185.1.2005.pdf>

Burke, S., & Gaughran, W. F. (2007). Developing a framework for sustainability management in engineering SMEs. *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing*, 23(6), 696-703.

Calderón, L. (2004). *Diseño de una mesa vibratoria para la fabricación de bloques de concreto, adoquines y productos similares*. (Trabajo de grado, Universidad Don Bosco). Recuperado de [http://rd.udb.edu.sv:8080/jspui/bitstream/11715/211/1/034067\\_tesis.pdf](http://rd.udb.edu.sv:8080/jspui/bitstream/11715/211/1/034067_tesis.pdf)

Comisión Económica para América Latina y el Caribe [CEPAL]. (2015). Guía metodológica: instrumentos económicos para la gestión ambiental. Recuperado de

[http://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/37676/S1421003\\_es.pdf;jsessionid=2BC362F1A8D2BEF6CCD14D8AF2FA5A9B?sequence=1](http://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/37676/S1421003_es.pdf;jsessionid=2BC362F1A8D2BEF6CCD14D8AF2FA5A9B?sequence=1)

Commission of the European Communities. (1990). Green Paper on the Urban Environment. Recuperado de [http://aei.pitt.edu/1205/1/urban\\_environment\\_gp\\_COM\\_90\\_218.pdf](http://aei.pitt.edu/1205/1/urban_environment_gp_COM_90_218.pdf)

Coase, R. H. (2010). *El problema del costo social*. [File PDF]. Recuperado de <http://www.eumed.net/cursecon/textos/coase-costo.pdf>.

Concrete Masonry Association of Australia of Australia [CMAA]. (2014). CM04 Concrete Masonry – Manufacture (First publication). Recuperado de <https://cmaa.blob.core.windows.net/media/1008/cm04-concrete-masonry-manufacture.pdf>

Congreso de la Unión. (9 de enero de 2015). Ley General del Equilibrio Ecológico y de la Protección al Ambiente [LGEEPA]. Diario Oficial de la Federación.

Congreso general de los Estados Unidos Mexicanos. (8 de octubre de 2003). Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos [LGPGIR]. Diario Oficial de la Federación.

Danso, H., Martinson, D. B., Ali, M., & Williams, J. B. (2015). Physical, mechanical and durability properties of soil building blocks reinforced with natural fibres. *Construction and Building Materials*, 101, 797-809.

Dascalu, C., Caraiani, C., Iuliana Lungu, C., Colceag, F., & Raluca Guse, G. (2010). The externalities in social environmental accounting. *International Journal of Accounting & Information Management*, 18(1), 19-30.

De Brito, M. P., Carbone, V., & Blanquart, C. M. (2008). Towards a sustainable fashion retail supply chain in Europe: Organisation and performance. *International journal of production economics*, 114(2), 534-553.

Etxeberria, M., Fernandez, J. M., & Limeira, J. (2016). Secondary aggregates and seawater employment for sustainable concrete dyke blocks production: Case study. *Construction and Building Materials*, 113, 586-595.

- Fang, J., Ciommo, F. D., Guan, H., Monzon, A., & Liu, S. X. (2009). The Internalization of External Costs of Motorway: Cases in Spain. *In International Conference on Transportation Engineering 2009* (pp. 2725-2730).
- Fay, L., Cooper, P., & de Morais, H. F. (2014). Innovative interlocked soil–cement block for the construction of masonry to eliminate the settling mortar. *Construction and Building Materials*, 52, 391-395.
- Flores, R. L. (2009). La vivienda en México y la población en condiciones de pobreza. *Centro de Estudios Sociales y de Opinión Pública*, (63).
- Gallo, M., Montella, B., & D’Acierno, L. (2011). The transit network design problem with elastic demand and internalisation of external costs: An application to rail frequency optimisation. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, 19(6), 1276-1305.
- Gamboa de León, O. (2005). *Optimización del proceso de fabricación de bloque de concreto del estándar 15x20x40 cm con grado de resistencia 28 kg/cm<sup>2</sup>, caso específico fuerte-block máquinas 1 y 2*. (Trabajo de grado, Universidad de San Carlos de Guatemala). Recuperado de [http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08\\_1468\\_IN.pdf](http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_1468_IN.pdf)
- García Rivero, J. L. (2008). Manual técnico de construcción Holcim Apasco. Cementos Apasco SA de CV, México.
- Georgakellos, D. A. (2007). External cost of air pollution from thermal power plants: case of Greece. *International Journal of Energy Sector Management*, 1(3), 257-272.
- Glavič, P., & Lukman, R. (2007). Review of sustainability terms and their definitions. *Journal of cleaner production*, 15(18), 1875-1885.
- Global Reporting Initiative [GRI] (s.f.). *About GRI*. Recuperado de <https://www.globalreporting.org/Information/about-gri/Pages/default.aspx>

- Gombault, M., & Versteeg, S. (1999). Cleaner production in SMEs through a partnership with (local) authorities: successes from the Netherlands. *Journal of Cleaner Production*, 7(4), 249-261.
- Gobierno del Distrito Federal. (28 de noviembre de 2014). Ley de Residuos Sólidos del Distrito Federal. [reformada]. Gaceta Oficial del Distrito Federal.
- Goodstein, E. S. (2010). *Economics and the Environment*. New Jersey: John Wiley & Sons.
- Hart, S. L. (2007). *El capitalismo en la encrucijada: como obtener beneficios empresariales y generar mejoras sociales a un mismo tiempo*. [Traducido al español de *Capitalism at the Crossroads: The Unlimited Business Opportunities in Solving the World's Most Difficult Problems*]. Barcelona: Deusto.
- (1995). A natural-resource-based view of the firm. *Academy of management review*, 20(4), 986-1014.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía [INEGI]. (2016). Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas [DENUE]. Recuperado de <http://www.beta.inegi.org.mx/app/mapa/denue/>
- (2014a). Censos Económicos 2014. Sistema Automatizado de Información Censal [SAIC]. Recuperado de <http://www.beta.inegi.org.mx/app/saic/default.aspx>
- (2014b). Censos Económicos 2014. Tabuladores predefinidos. Recuperado de <http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/Proyectos/ce/ce2014/doc/tabulados.html>
- (2014c). Censos Económicos 2014. Tabuladores predefinidos. Recuperado de <http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/Proyectos/ce/ce2014/doc/tabulados.html>

- (2010). Censo de población y vivienda 2010. Recuperado de <http://www3.inegi.org.mx/sistemas/sisept/default.aspx?t=mviv35&s=est&c=26562>
- Jones, M. J. (2010). Accounting for the environment: Towards a theoretical perspective for environmental accounting and reporting. In *Accounting Forum* (Vol. 34, No. 2, pp. 123-138). Elsevier.
- Kaplanović, S., & Mijailović, R. (2012). The internalisation of external costs of CO<sub>2</sub> and pollutant emissions from passenger cars. *Technological and Economic Development of Economy*, 18(3), 470-486.
- Kejser, A. (2016). European attitudes to water pricing: Internalizing environmental and resource costs. *Journal of Environmental Management*, 183, 453-459.
- Klewitz, J., & Hansen, E. G. (2014). Sustainability-oriented innovation of SMEs: a systematic review. *Journal of Cleaner Production*, 65, 57-75.
- Kolstad, C. (2001). *Economía ambiental*. [Traducido al español de Environmental economics]. México: Oxford University Press-
- Kudelko, M. (2006). Internalisation of external costs in the Polish power generation sector: A partial equilibrium model. *Energy Policy*, 34(18), 3409-3422.
- Lee, S. Y. (2008). Drivers for the participation of small and medium-sized suppliers in green supply chain initiatives. *Supply Chain Management: An International Journal*, 13(3), 185-198.
- Lefebvre, É., Lefebvre, L. A., & Talbot, S. (2003). Determinants and impacts of environmental performance in SMEs. *R&D Management*, 33(3), 263-283.
- Long, G., Lei, W., Sijie, C., & Bo, W. (2012). Research on Internalization of Environmental Costs of Economics. *IERI Procedia*, 2, 460-466.
- Lyon, T. P., & Van Hoof, B. (2011). Evaluación del Programa de Cadenas de Suministro Verdes en México. *Gaceta de Economía: Economía del Medio Ambiente y Recursos Naturales*, 301-348.

- Macharis, C., Van Hoeck, E., Pekin, E., & Van Lier, T. (2010). A decision analysis framework for intermodal transport: Comparing fuel price increases and the internalisation of external costs. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 44(7), 550-561.
- Mayeres, I., Ochelen, S., & Proost, S. (1996). The marginal external costs of urban transport. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 1(2), 111-130.
- Mayeres, I. (1993). The marginal external cost of car use-with application to Belgium. *Tijdschrift voor economie en management*, 38(3).
- Mendelsohn, R., & Olmstead, S. (2009). The economic valuation of environmental amenities and disamenities: methods and applications. *Annual Review of Environment and Resources*, 34, 325-347.
- Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente. (s.f.). Partículas PM10. España: *Registro estatal de emisiones y fuentes contaminantes*. Recuperado de <http://www.prtr-es.es/Particulas-PM10,15673,11,2007.html>
- Mosteanu, T., & Iacob, M. (2009). Principles for Private and Public Internalisation of Externalities. A Synoptic View. *Theoretical & applied economics*, 35-42.
- Musa, H., & Chinniah, M. (2016). Malaysian SMEs Development: Future and Challenges on Going Green. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 224, 254-262.
- Neill, C. L., & Williams, R. B. (2015). An Economic Valuation on the External Cost of Alternative Milk Packaging. *Journal of Food Distribution Research*, 46(3), 68-80.
- Organisation for Economic Co-operation and Development [OECD]. (2005). *Small businesses, job creation and growth: facts, obstacles and best practices*. [File PDF]. Recuperado de <https://www.oecd.org/cfe/smes/2090740.pdf>
- Organismo Nacional de Normalización y Certificación de la Construcción y Edificación S.C. [ONNCCE]. (2012). Norma Mexicana NMX-C-404-ONNCCE

Industria de la construcción -mampostería- bloques, tabiques o ladrillos y tabicones para uso estructural - especificaciones y métodos de ensayo.

Pardo, R. (s.f.). *Nuestro futuro común: el informe de la Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo*. Recuperado de <http://www.fao.org/docrep/s5780s/s5780s09.htm>

Pearce, D. W., & Turner, R. K. (1990). *Economics of natural resources and the environment*. JHU Press.

Pérez, R., Ávila, S. y Aguilar, A. (2010). Economía ambiental. En *Introducción a las economías de la naturaleza*, (pp.39-68). México: Universidad Nacional Autónoma de México.

Buckley, P. J., Buckley, P. J., Boddewyn, J. J., & Boddewyn, J. J. (2016). "A manifesto for the widening of internalisation theory, being a reply to Hillemann and Verbeke ", *Multinational Business Review*, Vol. 24 Iss 1 pp. 2-7.

Piciu, C. G., & Militaru, I. (2013). Economic Conceptualization Of Negative Environmental Externalities. *Romanian Economic and Business Review*, 123.

Porter, M., & Kramer, M. (2006). Estrategia y sociedad. *Harvard business review*, 84(12), 42-56.

Pretty, J. N., Brett, C., Gee, D., Hine, R. E., Mason, C. F., Morison, J. I. L., & Van der Bijl, G. (2000). An assessment of the total external costs of UK agriculture. *Agricultural systems*, 65(2), 113-136.

Sáez-Martínez, F. J., Díaz-García, C., & González-Moreno, Á. (2016). Factors Promoting Environmental Responsibility in European SMEs: The Effect on Performance. *Sustainability*, 8(9), 898.

Softec. (2015). *El Panorama de la Vivienda Mexicana*. [File PDF]. Recuperado de El Panorama de la Vivienda Mexicana

Secretaría del Medio Ambiente. (29 de diciembre de 2014). Norma Ambiental para el Distrito Federal NADF-005-AMBT-2013 [NADF-005]. Gaceta Oficial del Distrito Federal.

----- (4 de agosto de 2014). Proyecto de norma ambiental para el Distrito Federal PROY-NADF-007-RNAT-2013 [PROY-NADF-007]. Gaceta Oficial del Distrito Federal.

----- (25 de septiembre de 2012). Norma Ambiental para el Distrito Federal NADF-018-AMBT-2009 [NADF-018]. Gaceta Oficial del Distrito Federal.

----- (25 de septiembre de 2012). Proyecto de norma ambiental para el Distrito Federal PROY-NADF-022-AGUA-2011 [PROY-NADF-022]. Gaceta Oficial del Distrito Federal.

----- (s.f.). Licencia Ambiental Única para el Distrito Federal y su actualización anual. México: *Trámites CDMX*. Recuperado de [http://www.tramites.cdmx.gob.mx/tramites\\_servicios/muestraInfo/142](http://www.tramites.cdmx.gob.mx/tramites_servicios/muestraInfo/142)

Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (1 de febrero de 2013). Norma Oficial Mexicana NOM-161-SEMARNAT-2011 [NOM-161]. Diario Oficial de la Federación.

Schaltegger, S., Synnestvedt, T., & Vei, E. S. (2001). The Forgotten Link Between "Green" and Economic Success. *Lüneburg: Center for Sustainability Management*.

Shrivastava, P. (1995). Environmental technologies and competitive advantage. *Strategic management journal*, 16(S1), 183-200.

Soppe, A. (2004). Sustainable corporate finance. *Journal of Business Ethics*, 53(1), 213-224.

The Aberdeen Group. (1992). *How concrete block are made*. [File PDF]. Recuperado de [http://www.masonryconstruction.com/\\_view-object?id=00000154-22da-db06-a1fe-73dab64f0000](http://www.masonryconstruction.com/_view-object?id=00000154-22da-db06-a1fe-73dab64f0000)

- Tol, R. S. (2005). The marginal damage costs of carbon dioxide emissions: an assessment of the uncertainties. *Energy policy*, 33(16), 2064-2074.
- Torres, R. (2006). La producción social de vivienda en México: su importancia nacional y su impacto en la economía de los hogares pobres. HIC-AL.
- Turner, R. K., Pearce, D. & Bateman, I. (1993). Green Taxes. En *Environmental economics. An elementary intruction*, (pp. 166-180), Baltimore: The Johns Hopkins University Press.
- Tyrväinen, L., & Miettinen, A. (2000). Property prices and urban forest amenities. *Journal of environmental economics and management*, 39(2), 205-223.
- Udawattha, C., & Halwatura, R. (2016). Embodied energy of mud concrete block (MCB) versus brick and cement blocks. *Energy and Buildings*, 126, 28-35.
- United Nations. (1987). *Our common future*. [File PDF]. Recuperado de <http://www.un-documents.net/our-common-future.pdf>
- University of Stuttgart. (2014). ExternE. Stuttgart: *External Costs of Energy*. Recuperado de [http://www.externe.info/externe\\_d7/?q=node/1](http://www.externe.info/externe_d7/?q=node/1)
- van Hoof, B., & Lyon, T. P. (2013). Cleaner production in small firms taking part in Mexico's Sustainable Supplier Program. *Journal of Cleaner Production*, 41, 270-282.
- Vera, P. (2016). La industria del cemento en México y la mitigación de emisiones de dióxido de carbono. En Simón N. y Rueda I. (coord.), *Hacia una administración sustentable*, (pp. 187-212), México: FCA Publishing.
- White, A. L., Savage, D., Brody, J., Cavander, D., & Lach, L. (1995). Environmental cost accounting for capital budgeting: A benchmark survey of management accountants. *Tellus Institute*.

Wilson, C., Jayamanna, M., & Athukorala, W. (2010). *Why do policy decision-makers opt for command and control environmental regulation? An economic analysis with special reference to Sri Lanka* (No. 259). School of Economics and Finance, Queensland University of Technology.

# Anexo 1: Encuesta

---

**Objetivo.** Conocer la operación de la empresa y sus costos operativos e identificar las externalidades ambientales (residuos y agua).

## Pregunta introductoria

1. ¿Su empresa produce bloques de concreto? (1) Sí (2) No

## Producción

2. ¿Qué productos vende? (Puede marcar más de una opción)  
(1) Bloque (2) Tabique (3) Adoquín (4) Tabicón (5) Otro\_\_\_\_\_
3. ¿Qué tipo de bloque de concreto producen?  
(1) De 2 celdas (2) De 3 celdas (3) Liso o macizo (4) Rustico (5) Otro\_\_\_\_\_
4. ¿Cuáles son las dimensiones del bloque que producen? (cm)  
  
(1) 12 x 28 x 38 (2) 12 x 20 x 40 (3) 15 x 20 x 40 (4) 20 x 20 x 40 (5) Otro\_\_\_\_
5. Aproximadamente ¿Cuál es su producción diaria de bloques?  
\_\_\_\_\_
6. ¿Cuál es el precio por bloque? \_\_\_\_\_
7. ¿El tipo de producción que realiza es?  
  
(1) Manual (2) Tecnificada / maquinaria (3) Mixta
8. ¿De cuántos bloques es su vibrocompactadora (bloque por tarima)?  
  
(1) uno (2) dos (3) tres (4) cuatro (5) cinco (6) otro\_\_\_\_\_

## Dosificación por mezcla

9. ¿Qué cantidad de \_\_\_\_\_ necesita para elaborar una mezcla? (puede ser por millar o producción diaria)

	kg	litros	Equivalencia (costales)	Equivalencia (cubetas)	¿Cuál es la capacidad de la cubeta o pala?
Cemento		_____			
Arena		_____			
Grava		_____			
Otro		_____			
Agua	_____		_____		

10. ¿Cuántos bloques se producen con una mezcla? \_\_\_\_\_

11. ¿Cuántas mezclas se realizan en un día? \_\_\_\_\_

## Costos operativos

12. Al mes cuánto gasta en:

Insumo	Cantidad necesaria (núm. de costales)	Costo mensual / por bloque	Capacidad del costal - pipa
Cemento			
Arena			
Grava			
Agua	-----		-----
Tarima			

13. ¿Su proveedor de cemento es?

(1) Intermediario (2) Moctezuma (3) Holcim (4) Fortaleza (5) Otro\_\_\_\_\_

14. En caso de que el proveedor sea una cementera ¿Tiene alguna relación con ella?

(1) Solo es un proveedor (2) Los invita a cursos de capacitación (3) Pertenecen a algún programa (4) Otro\_\_\_\_\_

15. ¿De dónde consigue la arena?

(1) Minas (2) Intermediario (3) Constructora (4) Otro\_\_\_\_\_

16. ¿De dónde obtiene el agua?

(1) Red pública (2) Pipa (3) Pozo (4) Red privada (5) Otro\_\_\_\_\_

17. ¿Dónde desechan las tarimas de madera?

\_\_\_\_\_

18. Proceso de fraguado ¿Cuántos días reposan los bloques antes de estar listo para venta? \_\_\_\_\_

19. ¿Le hecha agua a los bloques en el proceso de reposo y curado? (1) Sí (2) No

20. Aproximadamente ¿Qué cantidad?

### Residuos

21. Usualmente ¿le sobra mezcla? (1) Sí (2) No

22. Si contestó de manera afirmativa:

a. ¿Qué porcentaje le queda de la mezcla? \_\_\_\_\_

b. ¿Qué uso le da? \_\_\_\_\_

23. Usualmente ¿existen bloques defectuosos? (1) Sí (2) No

24. Si contestó de manera afirmativa:

a. ¿Qué porcentaje de los bloques son separados por defecto?

\_\_\_\_\_

b. En caso de que existan bloques defectuosos: ¿Qué uso les dan a estos bloques? \_\_\_\_\_

25. ¿Usted estaría dispuesto a implementar un plan de manejo de residuos o sistema de gestión ambiental?

(1) Sí (2) No

26. ¿Por qué?

Porque Sí	Porque No
(1) No lo había considerado	(1) Costos elevados de implementación
(2) Mejorar el uso de los recursos	(2) Falta de financiamiento
(3) Ayudar al control de la contaminación	(3) No se cómo hacerlo
(4) Obtener un financiamiento	(4) Trámites complicados
(5) Mejorar la imagen de la empresa	(5) No me interesa

27. ¿Cuánto estaría dispuesto a pagar por este plan?

\_\_\_\_\_

**28.** ¿Con quién estaría dispuesto a participar en dicho programa?

(1) Gobierno (2) Comprador (3) Proveedor (4) Otro\_\_\_\_\_

**29.** ¿Conoce algún programa de mejores prácticas ambientales?

(1) Sí (2) No

### Normatividad

**30.** ¿Quién realiza el proceso de inspección de los bloques?

(1) Internamente (2) Constructora (3) Certificadora (4) Otro\_\_\_\_\_

**31.** ¿Su empresa se basa en alguna norma para elaborar los bloques?

<sup>1</sup> NO	<sup>2</sup> NMX-C-404- ONNCCE-2012, Especificaciones y ensayo	<sup>3</sup> NMX-C-036- ONNCCE-2013, Resistencia a la compresión	<sup>4</sup> NMX-C-024- ONNCCE-2012, Contracción por secado	<sup>5</sup> NMX-C-037- ONNCCE-2013, Absorción de agua total
-----------------	-------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------

**32.** Si contestó de manera negativa: ¿En qué se basa para realizar sus bloques?

(1) Especificaciones del cliente (2) Tradición (3) Proveedor (4) Otro\_\_\_\_\_

**33.** ¿Su producto cuenta con alguna certificación? (1) Sí (2) No

**34.** Si el comprador le pidiera una especificación diferente (ejemplo: sustituir un material por otro) ¿Qué tan dispuesto estaría a cumplir con esta petición?

(1) Nada dispuesto (2) Poco dispuesto (3) Indiferente (4) Dispuesto (5) Muy dispuesto

### Características y gastos del negocio

**35.** ¿Cuántos establecimientos forman parte del negocio?

(1) Uno (2) De 2 a 4 (3) De 5 a 7 (4) Más de 7

**36.** Sus instalaciones son:

(1) Propias (2) Rentadas (3) Prestadas (4) Otro\_\_\_\_\_

**37.** ¿Cuántas personas, sin incluirse, trabajan en la fabricación de bloques directamente?

(1) Hasta 2 (2) De 3 a 5 (3) De 6 a 10 (4) De 11 a 15 (5) Más de 15

**38.** ¿Cuántos días a la semana trabajan sus empleados?

(1) De 1 a 2 (2) De 3 a 4 (3) De 5 a 6 (4) Toda la semana

**39.** ¿Cómo es el pago para los trabajadores?

(1) Fijo (2) Destajo (3) Otro\_\_\_\_\_

**40.** ¿Aproximadamente cuánto gastó por \_\_\_\_\_ el mes pasado?

Concepto	Gasto por mes
Salario de un trabajador	
Luz (o parte proporcional)	
Teléfono (o parte proporcional)	
Renta	

## Cliente

**41.** ¿Quién es su cliente principal?

(1) Constructoras (2) Intermediarias (3) Particular (4) Otro\_\_\_\_\_

**42.** ¿Qué tipo de venta realiza con mayor frecuencia?

(1) Ventas al mayoreo (por millar) (2) Ventas al menudeo (menos del millar)  
(3) Pedidos (4) Otro\_\_\_\_\_

# Anexo 2: Resultados de la encuesta

---

## Introductoria

1. ¿Su empresa produce bloques de concreto? (1) Sí (2) No  
(1) Sí = 100% (2) No = 0%

## Producción

2. ¿Qué productos vende? (Puede marcar más de una opción)

(1) Bloque	(2) Tabique	(3) Adoquín	(4) Tabicón	(5) Otro____
100%	22%	28%	33%	0%

3. ¿Qué tipo de bloque de concreto producen?

(1) De 2 celdas	(2) De 3 celdas	(3) Liso o macizo	(4) Rustico	(5) Otro____
0%	0%	83%	17%	0%

4. ¿Cuáles son las dimensiones del bloque que producen? (cm)

(1) 12 x 28 x 38	(2) 12 x 20 x 40	(3) 15 x 20 x 40	(4) 20 x 20 x 40	(5) Otro____
67%	33%	6%	6%	17%

5. Aproximadamente ¿Cuál es su producción diaria de bloques?

De 1000 a 1125	De 1126 a 1500	De 1501 a 1726	De 1727 a 3000
28%	44%	0%	28%

6. ¿Cuál es el precio por bloque?

De \$4.5 a \$5.2	De \$5.3 a \$5.4	De \$5.5 a \$5.6	De \$5.7 a \$7.5
39%	17%	22%	22%

7. ¿El tipo de producción que realiza es?

(1) Manual	(2) Tecnificada	(3) Mixta
0%	0%	100%

8. ¿De cuántos bloques es su vibrocompactadora (bloque por tarima)?

(1) uno	(2) dos	(3) tres	(4) cuatro	5) cinco
0%	100%	0%	0%	0%

## Dosificación por mezcla

9. ¿Qué cantidad de \_\_\_\_\_ necesita para elaborar una mezcla por producción diaria?

### Cemento (kg)

525 - 1,056	1,057 - 1,345	1,346 - 2,006	2,007 - 2,600
28%	22%	22%	28%

*Arena (kg)*

1,125 – 5,670	5,671 - 7,579	7,580 - 10,538	10,539 - 22,500
28%	22%	22%	28%

*Agua (litros)*

300 - 786	787 – 1,304	1,305 – 1,597	1,598 - 3,125
28%	22%	22%	28%

10. ¿Cuántos bloques se producen con una mezcla de 50kg de cemento? \_\_\_\_\_

19 - 45	46 - 56	57 - 71	72 - 167
28%	22%	22%	28%

11. ¿Cuántas mezclas de 50kg se realizan en un día? \_\_\_\_\_

11 - 21	22 - 27	28 - 40	41 - 52
28%	22%	22%	28%

**Costos operativos**

12. Al mes cuánto gasta en:

*Cemento:*

\$36,480 - \$72,960	\$72,961 - \$91,200	\$91,201 – \$136,040	\$136,041 - \$176,320
33%	17%	22%	28%

*Arena:*

\$4,250 - \$21,335	\$21,336 - \$28,390	\$28,391 - \$39,483	\$39,484 - \$84,150
28%	22%	22%	28%

*Agua:*

\$6,300 - \$15,750	\$15,751 - \$26,100	\$26,10 - \$32,175	\$32,176 - \$62,100
28%	22%	28%	22%

13. ¿Su proveedor de cemento es?

1) Intermediario	(2) Moctezuma	(3) Holcim	(4) Fortaleza	(5) Otro_____
6%	33%	0%	44%	17%

14. En caso de que el proveedor sea una cementera ¿Tiene alguna relación con ella?

(1) Solo es un proveedor	2) Los invita a cursos de capacitación	(3) Pertenecen a algún programa	(4) Otro_____
45%	33%	0%	22%

15. ¿De dónde consigue la arena?

- |           |                  |                 |               |
|-----------|------------------|-----------------|---------------|
| (1) Minas | 2) Intermediario | 3) Constructora | (4) Otro_____ |
| 94%       | 6%               | 0%              | 0%            |

16. ¿De dónde obtiene el agua?

- |                 |          |          |                 |              |
|-----------------|----------|----------|-----------------|--------------|
| (1) Red pública | (2) Pipa | (3) Pozo | (4) Red privada | (5) Otro____ |
| 17%             | 78%      | 0%       | 0%              | 5%           |

17. ¿Dónde desechan las tarimas de madera?

- |                  |                                                  |
|------------------|--------------------------------------------------|
| (1) En la basura | (2) Reutiliza algunos pedazos para formas nuevas |
| 50%              | 50%                                              |

18. Durante el proceso de fraguado, ¿Cuántos días reposan los bloques antes de estar listo para venta? \_\_\_\_\_

- |           |           |           |           |           |
|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| (1) 1 día | (2) 2 día | (3) 3 día | (4) 4 día | (5) 5 día |
| 6%        | 22%       | 56%       | 11%       | 6%        |

19. ¿Le hecha agua a los bloques en el proceso de reposo y curado?

- |        |        |
|--------|--------|
| (1) Sí | (2) No |
| 11%    | 89%    |

20. Aproximadamente ¿Qué cantidad?

Lo desconocen, depende de la apariencia del bloque.

## Residuos

21. Usualmente ¿le sobra mezcla?

- |        |        |
|--------|--------|
| (1) Sí | (2) No |
| 22%    | 78%    |

22. Si contesto de manera afirmativa:

a. ¿Qué porcentaje le queda de la mezcla?

Sin especificar

b. ¿Qué uso le da a la mezcla?

- |                                                    |                              |             |
|----------------------------------------------------|------------------------------|-------------|
| (1) Se utiliza en la siguiente producción (mezcla) | (2) Se reutiliza en la arena | (3) Se tira |
| 50%                                                | 25%                          | 25%         |

23. Usualmente ¿existen bloques defectuosos?

- |        |        |
|--------|--------|
| (1) Sí | (2) No |
| 100%   | 0%     |

**24.** Si contesto de manera afirmativa:

a. ¿Qué porcentaje de bloques son defectuosos? (considerando una producción de un millar)

0.30% - 0.40%	0.41% - 0.50%	0.51% - 1.00%	1.01% - 5.00%
22%	28%	33%	17%

b. ¿Qué uso les da a los bloques defectuosos?

(1) Se reutilizan	(2) Se tiran	(3) Se venden
67%	22%	11%

**25.** ¿Usted estaría dispuesto a implementar un plan de manejo de residuos o sistema de gestión ambiental?

(1) Sí	(2) No
0%	100%

**26.** ¿Por qué?

1) Costos elevados de implementación	(2) Falta de financiamiento	(3) No sé cómo hacerlo	(4) Trámites complicados	(5) No genero residuos
0%	0%	0%	0%	100%

**27.** ¿Cuánto estaría dispuesto a pagar por este plan?

Nadie contestó

**28.** ¿Con quién estaría dispuesto a participar en dicho programa?

(1) Gobierno	(2) Comprador	(3) Proveedor	(4) Otro_____
0%	0%	0%	0%

**29.** ¿Conoce algún programa de mejores prácticas ambientales?

(1) Sí	(2) No
0%	100%

## Normatividad

**30.** ¿Quién realiza el proceso de inspección de los bloques?

(1) Internamente	2) Constructora	3) Certificadora	4) Otro_____
94%	0%	0%	6%

**31.** ¿Su empresa se basa en alguna norma para elaborar los bloques?

(1) No	(2) Especificaciones y ensayo	(3) Resistencia a la compresión	(4) Contracción por secado	(5) Absorción de agua total
100%	0%	0%	0%	0%

**32.** Si contestó de manera negativa: ¿En qué se basa para realizar sus bloques?

(1) Especificaciones del cliente	(2) Tradición	(3) Proveedor	(4) Otro_____
33%	67%	0%	0%

**33.** ¿Su producto cuenta con alguna certificación?

(1) Sí	(2) No
0%	100%

**34.** Si el comprador le pidiera una especificación diferente (ejemplo: sustituir un material por otro) ¿Qué tan dispuesto estaría a cumplir con esta petición?

(1) Nada dispuesto	(2) Poco dispuesto	(3) Indiferente	(4) Dispuesto	(5) Muy dispuesto
6%	6%	39%	50%	0%

### Características y gastos del negocio

**35.** ¿Cuántos establecimientos forman parte del negocio?

(1) Uno	(2) De 2 a 4	(3) De 5 a 7	(4) Más de 7
100%	0%	0%	0%

**36.** Sus instalaciones son:

(1) Propias	(2) Rentadas	(3) Prestadas	(4) Otro_____
61%	33%	0%	6%

**37.** ¿Cuántas personas, sin incluirse, trabajan en la fabricación de bloques directamente?

(1) Hasta 2	(2) De 2 a 5	(3) De 6 a 10	(4) De 11 a 15	(5) > 15
11%	56%	17%	11%	6%

**38.** ¿Cuántos días a la semana trabajan sus empleados?

(1) De 1 a 2	(2) De 3 a 4	(3) De 5 a 6	(4) Toda la semana
0%	0%	89%	11%

**39.** ¿Cómo es el pago para los trabajadores?

(1) Fijo	(2) Destajo	(3) Otro_____
0%	100%	0%

**40.** ¿Aproximadamente cuánto gastó por \_\_\_\_\_ el mes pasado?

Salario de un trabajador

De 3,120.00 a 5,800.00 22%	De 5,804.00 a 6,000.00 33%	De 6,004.00 a 6,400.00 22%	De 6,404.00 a 8,000.00 22%
----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------

Luz (o parte proporcional)

De 3,000.00 a 3,171.88 33%	De 3,172.88 a 3,718.75 17%	De 3,719.75 a 4,687.50 17%	De 4,688.50 a 12,000.00 33%
----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	-----------------------------------

Teléfono (o parte proporcional)

0.00 6%	700.00 6%	750.00 6%	800.00 6%
------------	--------------	--------------	--------------

Renta			
	5,000.00	7,500.00	10,000.00
	6%	5%	17%

**Ciente**

**41.** ¿Quién es su cliente principal?

(1) Constructoras	2) Intermediarias	(3) Particular	(4) Otro_____
0%	73%	22%	6%

**42.** ¿Qué tipo de venta realiza con mayor frecuencia?

(1) Ventas al mayoreo (por millar)	(2) Ventas al menudeo (menos del millar)	(3) Pedidos	(4) Otro_____
17%	17%	67%	0%