



CEDE

DOCUMENTO CEDE 2002-05
ISSN 1657-7191 (Edición electrónica)
ABRIL DE 2002

EL EFECTO DEL REGULADOR Y DE LA COMUNIDAD SOBRE EL DESEMPEÑO AMBIENTAL DE LA INDUSTRIA EN BOGOTA, COLOMBIA

Guillermo Cruz
Eduardo Uribe

Resumen

Este artículo presenta las relaciones existentes entre tres agentes que influyen en el nivel de contaminación hídrica industrial de la ciudad de Bogotá: las empresas, el regulador ambiental y las comunidades. Reconociendo que las decisiones de estos agentes pueden ser mutuamente dependientes, se utilizó un modelo de ecuaciones simultáneas para encontrar los determinantes del desempeño ambiental de las empresas, los del control de regulador y los de la presión de las comunidades sobre esas empresas. Los resultados evidencian que, contrario a lo que ocurre en otras ciudades del tercer mundo, el desempeño ambiental de la industria en Bogotá depende significativamente del control ejercido por el regulador y no depende de la presión de las comunidades afectadas. Se encontró también que el nivel de presión ejercido por las comunidades depende de sus condiciones socioeconómicas. Adicionalmente, se encontró que las decisiones de las empresas sobre su manejo ambiental son afectadas por su posición dentro del ranking de contaminación que el regulador publica en Internet.

Clasificación JEL: H32, Q28

Palabras claves: regulación, medio ambiente, industria, incentivos, comunidad

1. INTRODUCCIÓN

Durante los últimos años, la evidencia empírica ha mostrado que en países en vía de desarrollo el estado de la contaminación hídrica industrial está determinado principalmente por la acción de agentes diferentes al regulador ambiental. Entre ellos están las comunidades, los consumidores y los inversionistas [10]. Lo anterior coincide con la existencia en esos países de reguladores ambientales con baja capacidad de control (enforcement). Se ha observado que, ante la debilidad del gobierno regulador, esos nuevos agentes han ejercido, de varias formas, el control ambiental sobre las empresas [28].

Sin embargo, en Bogotá lo anterior parece no estar sucediendo. En esta ciudad existe un regulador ambiental que, mediante el uso de mecanismos tradicionales de comando y control, parece ejercer una alta presión sobre la industria¹. Adicionalmente, en Bogotá los consumidores no revelan preferencias claras por productos o procesos de alto desempeño ambiental, las comunidades no evidencian una alta capacidad para organizarse en torno a la solución de problemas ambientales, y el mercado accionario se encuentra poco desarrollado. Teniendo en cuenta lo anterior, y dado que la industria de esta ciudad ha presentado desde 1995 reducciones cercanas al 80% en los vertimientos de Sólidos Suspendidos Totales (SST) y Demanda Biológica de Oxígeno (DBO₅), respectivamente (DAMA [7]), posiblemente el regulador es el agente con la mayor influencia sobre el desempeño ambiental de la industria bogotana. Este artículo busca, precisamente, mostrar como a diferencia de lo que ocurre en países con niveles similares de desarrollo, en Bogotá el gobierno es un agente importante en cuanto a su capacidad para influir sobre el desempeño ambiental de las plantas industriales.

¹ El regulador ambiental en la ciudad de Bogotá es el Departamento Técnico Administrativo del Medio Ambiente (DAMA), creado en 1995. Se encarga, principalmente, del monitoreo y del control de la calidad ambiental de la ciudad. El DAMA aplica instrumentos tradicionales de comando y control. Adicionalmente, publica en Internet la clasificación de las empresas bogotanas de acuerdo con su nivel de contaminación.

Complementariamente, se explican las relaciones existentes entre los agentes que influyen sobre la contaminación hídrica industrial en la ciudad de Bogotá: Las empresas, el regulador y las comunidades.

Se propone inicialmente un modelo teórico. Con base en este se desarrolla un modelo econométrico de ecuaciones simultáneas; una para cada uno de los agentes analizados. Este sistema de ecuaciones permite identificar las variables que influyen en: i. el desempeño ambiental de las plantas industriales, ii. el control del regulador y, iii. la presión de la comunidad.

Este artículo está compuesto por seis secciones. La sección 2 presenta una revisión de la literatura relevante. La sección 3 presenta el modelo econométrico. La sección 4 describe las fuentes de información utilizada las variables del modelo. En la sección 5 se presentan los resultados de la estimación. Por último, la sección 6, se presenta las conclusiones.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

Hasta mediados de la década pasada, para explicar el comportamiento ambiental de la industria, se aceptaba un modelo de regulación de acuerdo con el cual el único agente que influye sobre el desempeño ambiental de las empresas es el gobierno. Esto a través de la regulación, el monitoreo, y el control (enforcement) de las autoridades ambientales. Este se conoce como el *Modelo de Regulación Estado – Industria* (Afsah, Laplante, Wheeler [2]). De acuerdo con este modelo sería previsible que, dada la debilidad del regulador en los países en vías de desarrollo, el desempeño ambiental de sus empresas sería precario. De hecho, dada la debilidad de los reguladores, algunos gobiernos han impuesto a las fábricas un “precio de contaminación” cercano a cero (Hartman, Huq, Wheeler [16]). Lo anterior permitiría argumentar que en estos países altos niveles de contaminación industrial fuesen inevitables.

Al final de la pasada década, la evidencia empírica mostró que las predicciones sobre contaminación industrial en países en desarrollo no habían sido siempre correctas. En Bogotá y en otras ciudades de países en vía de desarrollo, existen empresas cuyo desempeño ambiental es más alto hoy que hace 10 años. Adicionalmente, la contaminación total ha disminuido en regiones donde la industria ha presentado un rápido crecimiento (World Bank [28])

Se ha encontrado que, en estos países, la reducción en los vertimientos industriales obedece, en parte, a la presión ejercida por las comunidades locales, los inversionistas y los consumidores. Pargal y Wheeler [24] citan ejemplos en Yakarta , en India y en Río de Janeiro. Esta presión, a la que con frecuencia se refiere la literatura como “regulación informal”, genera costos a las empresas. Estos son directos (compensaciones, inversiones en reducción) cuando provienen de las comunidades cercanas, e indirectos (reducciones en los precios de los productos o de las acciones de las empresas) cuando son causados por consumidores o inversionistas que prefieren bienes o procesos de alto desempeño ambiental.

Hartman, Huq y Wheeler [16] hallaron que los principales determinantes del desempeño ambiental de las empresas en Bangladesh, India, Indonesia y Tailandia son las características de las plantas industriales, las condiciones de los mercados y las presiones del gobierno, los consumidores, los inversionistas y las comunidades. Panayotou, Schatzki y Limvorapitak [23] encontraron que en Tailandia la presión de la comunidad influye positivamente sobre el comportamiento ambiental de las plantas industriales. Blackman y Bannister [3] identificaron la presión de la comunidad como un factor influyente en la adopción de tecnologías limpias por parte de las plantas ladrilleras mexicanas. Aden, Kyu-Hong y Rock [1] encontraron que, junto con el control del regulador y las características de las plantas industriales, la presión de la comunidad ha influido en la inversión ambiental realizada por las empresas de Korea.

No obstante, es de esperar que comunidades con bajos ingresos, y muy limitada educación e información, asignen un nivel relativamente bajo de prioridad a la contaminación. Esas comunidades podrían no conocer las consecuencias de la contaminación y su capacidad para ejercer los derechos asociados a un ambiente sano sería limitada. De hecho, se ha encontrado que la capacidad de una comunidad para imponer costos a empresas contaminadoras depende de variables asociadas a su nivel de ingreso y educación (Hettige et al. [19]). Pargal y Wheeler [24] encontraron en Indonesia que las plantas industriales ubicadas en áreas pobres y con bajos niveles de educación, son considerablemente más contaminantes que las localizadas en regiones donde el ingreso y la educación de la población son mayores. Wang [27] estimó un modelo econométrico que le permitió concluir que en China, tanto la regulación formal como las variables relacionadas con la comunidad (ingreso, densidad de población) son determinantes significativos de la contaminación hídrica generada por las empresas.

Las reducciones en la contaminación industrial que se han observado en algunos países han sido también atribuidas al nuevo papel que han asumido algunos reguladores ambientales. Estas autoridades han complementado los instrumentos tradicionales de comando y control con mecanismos más flexibles. En algunos casos cobran tasas por contaminación; en otros el sistema de estándares ha sido complementado con programas de información pública sobre el desempeño ambiental de las empresas [28].

Todo lo anterior ha llevado al desarrollo de un modelo según el cual existen tres agentes externos que influyen sobre el comportamiento ambiental de la industria: El *Regulador*, las *Comunidades* y los *agentes de mercado* (consumidores e inversionistas) (Afsah, Laplante, Wheeler [2]). En los últimos años se ha estudiado no solo la influencia de estos agentes sobre el desempeño ambiental de las empresas, sino también la forma como ellos interactúan. Es así como Aden, Kyu-Hong y Rock [1] en Korea, y Gray y Deily [14] en Estados Unidos, han

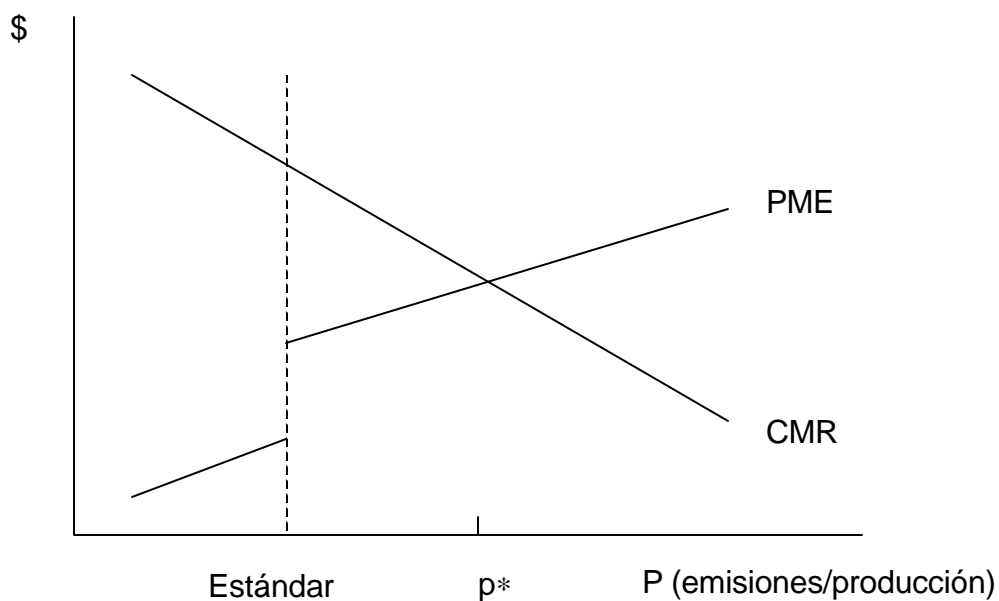
estimado, simultáneamente, los determinantes del desempeño ambiental de las empresas y los del control ejercido por el regulador. Con esto ellos han contribuido a entender mejor las relaciones que pueden existir entre los distintos agentes que determinan el desempeño ambiental de las empresas.

3. EL MODELO

3.1. Antecedentes

Lo dicho anteriormente sugiere que factores distintos a la intervención del gobierno están influyendo sobre el desempeño ambiental de las empresas. Dasgupta, Hettige y Wheeler [10] desarrollaron un modelo teórico según el cual la intensidad de las emisiones (contaminación/producción) a la cual se minimizan los costos totales asociados a al contaminación, está determinada por la intersección entre la curva de Costos Marginales de Reducción (CMR) (*Marginal Abatement Costs MAC*) y la curva de Penalidad Marginal Esperada (PME) (*Expected Marginal Penalty, EMP*). La Figura 1 ilustra dicha situación.

Figura 1. Equilibrio de la Firma (Equilibrium Emissions Intensity)



La PME es creciente con el nivel de emisiones y corresponde al “precio” que la empresa pagaría por cada unidad de contaminación. Donde las emisiones sobrepasan el nivel máximo permitido por estándar, la curva presenta un salto. Esto debido a que una vez se supera el estándar, a la PME se le agrega una sanción por el incumplimiento. La posición y la pendiente de la curva dependerían de varios factores. Entre ellos las características de la firma, las condiciones ambientales locales, y la presión ejercida por el regulador, la comunidad y los agentes del mercado. De esta manera, se tiene una función de Penalidad Marginal Esperada para la planta i -ésima:

$$MEP_i = f(P_i, A_i, C_i, O_i, T_i) \quad (1)$$

Las variables independientes son el nivel de emisiones/producción (P), la actividad del regulador (A), la presión de la comunidad (C), la propiedad (O) y los vínculos comerciales (T).

De otra parte, la curva de CMR (MAC) decrece con el aumento de la intensidad de las emisiones. La posición y pendiente de dicha curva dependería de las características de la firma. Las firmas más grandes, con tecnologías modernas, mayor experiencia y trabajadores más educados tendrían menores CMR (MAC) (Dasgupta et al. [10]). La función de Costos Marginales de Reducción (Marginal Abatement Costs, MAC) para la planta i -ésima tiene la forma:

$$MAC_i = f(P_i, Q_i, D_i, S_i, V_i, N_i, X_i, E_i) \quad (2)$$

Las variables independientes son el nivel de emisiones/producción (P), el tamaño de la planta (Q), la existencia de otras plantas en la firma (D), el sector productivo (S), la edad de la maquinaria (V), el nivel de educación de los trabajadores (N), la experiencia administrativa (X) y la calidad del sistema de manejo ambiental al interior de la planta (E).

La intensidad de las emisiones (emisiones/producción) alcanzará su punto de equilibrio donde $EMP = MAC$. Entonces, igualando (1) y (2), y reordenando, se obtiene la expresión para el nivel óptimo de intensidad de emisiones de la planta i -ésima:

$$P_i = f(Q_i, D_i, S_i, V_i, N_i, X_i, E_i, A_i, C_i, O_i, T_i) \quad (3)$$

De acuerdo con esta última expresión, la intensidad óptima de emisiones de una empresa representativa estaría determinada por variables relacionadas con el control del regulador, la presión de la comunidad, la acción de otros agentes de mercado y las características de cada firma.

La intensidad de las emisiones no es la única variable que ha sido utilizada para estimar el desempeño ambiental de una planta industrial. Por ejemplo, Henriques y Sadorsky [18] utilizaron como variable dependiente la existencia de un plan de gestión ambiental en las empresas canadienses. Encontraron que la existencia de planes ambientales depende de características propias de las empresas (sector productivo, variables de desempeño económico) y de la presión de los consumidores, los inversionistas, el gobierno y la comunidad.

Otros autores han estudiado el comportamiento del regulador y de las comunidades afectadas por la contaminación. Gray y Deily [14] estimaron un modelo de dos ecuaciones simultáneas para explicar el desempeño ambiental de las empresas y las acciones de control del gobierno sobre la industria de acero en los Estados Unidos. Encontraron que el número de acciones de control del gobierno depende principalmente de las características de las firmas y de su cumplimiento ambiental esperado. Dion, Lanoie y Laplante [12] analizaron los determinantes de las actividades de monitoreo ambiental del regulador en Quebec (Canadá). Encontraron que la probabilidad de adelantar inspecciones de monitoreo depende del desempleo local, del daño causado por la contaminación, del nivel de cumplimiento ambiental de las empresas y de

algunas variables de control, regionales y temporales. Aden, Kyu Hong y Rock [1] utilizaron un modelo de dos ecuaciones simultáneas para encontrar los determinantes de la inversión ambiental en las plantas industriales y los de las actividades de control del regulador (sanciones, multas) en Korea. Por último, Pargal y Wheeler [24] estimaron un modelo lineal para hallar los factores que influyen en el nivel de emisiones de las empresas en Indonesia. Utilizaron variables de educación, ingreso y densidad poblacional como determinantes de la presión generada por las comunidades sobre la industria.

Ahora bien, para modelar el nivel de control ejercido por un regulador ambiental, hemos supuesto la existencia de un agente cuya función objetivo, π , está dada por:

$$\pi = \pi(\rho, \gamma) \quad \text{con } \pi_{\rho} < 0 \text{ y } \pi_{\gamma} < 0$$

donde ρ corresponde al nivel de contaminación hídrica existente en el área de jurisdicción del regulador y γ indica el nivel de otras formas de contaminación (atmosférica, ruido, etc.). El nivel de contaminación hídrica, ρ , estaría determinado por la siguiente función:

$$\rho = \rho(E^*, \rho_0, Z, q), \quad \text{con } E^* = E^*(E, \underline{V})$$

Donde, E^* representa el nivel de control efectivo del regulador (Ej.: amonestaciones). Este depende de los recursos dedicados al control (E) y de las actividades de seguimiento (Ej.: visitas) (\underline{V}). La variable ρ_0 corresponde al nivel de contaminación hídrica en el periodo anterior; Z es un vector de características de las firmas, y q es el nivel de presión ejercida por las comunidades sobre las empresas contaminadoras.

Dado lo anterior, la “función de contaminación hídrica” estaría dada por:

$$\rho = \rho(E, \underline{V}, \rho_0, Z, q) \quad \text{donde } \rho_E < 0, \rho_V < 0, \rho_{\rho_0} > 0, \rho_q < 0$$

La contaminación por otras fuentes depende (*ceteris paribus*) de los recursos dedicados al control (S). Entonces, la “función de contaminación por otras fuentes” estaría dada por la expresión:

$$\gamma = \gamma(S) \text{ donde } \gamma_S < 0$$

De esta manera, el problema que debe resolver el regulador es el siguiente

$$\begin{array}{ll} \text{Max } \pi(\rho, \gamma) & \text{Subject to:} \\ E, S & E + S = \underline{P} \\ & \rho = \rho(E, \underline{V}, \rho_0, Z, q) \\ & \gamma = \gamma(S) \end{array}$$

\underline{P} representa la cantidad de recursos que el regulador dedica al control de la contaminación (exógena en el problema). Reemplazando las restricciones en la función objetivo, el problema puede ser expresado de la siguiente manera:

$$\text{Max}_E \pi(\rho(E, \underline{V}, \rho_0, Z, q), \gamma(P - E))$$

La condición de primer orden, respecto al nivel de control (E), es la siguiente:

$$\pi_1 (\partial \rho / \partial E) = \pi_2 (\partial \gamma / \partial S)$$

Esta condición implica que, en el óptimo, el regulador iguala el beneficio marginal de los recursos asignados al control de la contaminación hídrica, con el costo marginal de no dedicar dichos recursos al control de la contaminación generada por otras fuentes. Al solucionar esta condición, se tendrá una expresión donde el nivel óptimo de control depende de los parámetros del problema:

$$E = E(\underline{V}, \rho_0, Z, q, \underline{P}) \tag{4}$$

Esta expresión muestra como el control de la contaminación hídrica por parte del regulador, es función de sus actividades de seguimiento (V), del nivel anterior de contaminación (ρ_0), de

algunas características de las plantas industriales (Z), de la presión de la comunidad (q) y del presupuesto asignado por el regulador al control de la contaminación.

Finalmente, en cuanto a la presión de la comunidad afectada por la contaminación, esta puede ser modelada a partir del comportamiento de un individuo con la siguiente función de utilidad:

$$U = U(C, \rho) \quad \text{con } U_C > 0, U_{CC} < 0, U_\rho < 0, U_{\rho\rho} > 0$$

Donde C es un “bien” que representa la cantidad de recursos dedicados al consumo y ρ es un “mal” que indica el nivel de contaminación (en este caso hídrica) que afecta al individuo. La función de “producción” de contaminación hídrica sería:

$$\rho = \rho(q^*, \rho_0, Z, E) \quad \text{con } q^* = q^*(q, Y)$$

Donde q^* representa el nivel efectivo de presión de la comunidad, el cual depende de los recursos destinados a presionar a las empresas contaminadoras (q) y de una variable relacionada con las condiciones socioeconómicas de la población (Y). Se tiene también que el nivel actual de contaminación depende del nivel de contaminación anterior (ρ_0), de algunas características de las firmas (Z) y del control del regulador (E). Con lo anterior, la “función de contaminación hídrica” estaría dada por:

$$\rho = \rho(q, Y, \rho_0, Z, E) \quad \text{donde } \rho_q < 0, \rho_Y < 0, \rho_{\rho_0} > 0, \rho_E < 0$$

El problema que debe resolver el individuo es el siguiente:

$$\begin{array}{ll} \text{Max } U(C, \rho) & \text{Subject to: } C + q = \underline{I} \\ C, q & \rho = \rho(q, Y, \rho_0, Z, E) \end{array}$$

Donde \underline{I} representa el ingreso del consumidor (exógeno). Reemplazando las restricciones en la función objetivo, el problema puede ser expresado de la siguiente manera:

$$\text{Max}_q U(\underline{I} - q, p(q, Y, \rho_0, Z, E))$$

La condición de primer orden, respecto al nivel de presión (q), es la siguiente:

$$U_1 = U_2 (\partial p / \partial q)$$

Dado que éste individuo debe sacrificar consumo si desea presionar a las empresas para que reduzcan su contaminación, entonces la condición de primer orden muestra que, en el óptimo, el consumidor afectado por la contaminación iguala el costo marginal de ejercer presión sobre las empresas (U_1) con la utilidad marginal generada por dicha presión ($U_2 (\partial p / \partial q)$). Al solucionar esta condición, se tiene la siguiente expresión, donde el nivel óptimo de presión del individuo depende de los parámetros de su problema:

$$q = q(Y, \underline{I}, \rho_0, Z, E) \quad (5)$$

Esta expresión indica que el nivel de presión de la comunidad depende del ingreso (I), de otras características socioeconómicas de la población (Y), de los niveles anteriores de contaminación (ρ_0), de algunas características de las empresas (Z) y del nivel de control del regulador (E).

3.2. Modelo Econométrico

Se plantea un modelo de tres ecuaciones simultáneas en corte transversal para estudiar los determinantes del comportamiento ambiental de las empresas, de las actividades de control del regulador y de la presión de la comunidad en la ciudad de Bogotá. El modelo fue construido teniendo en cuenta los modelos teóricos descritos y la posible endogeneidad tanto del control del regulador como de la presión de la comunidad dentro de las variables que explican el desempeño ambiental de las firmas. La especificación del modelo es la siguiente:

$$R = f(Z_1, E, PC, S-M_0, RK) \quad (6)$$

$$E = f(Z_2, S-M_0, V, PC, RK) \quad (7)$$

$$PC = f(M_0, Y, E, RK) \quad (8)$$

Donde R es la respuesta ambiental de la firma representativa; Z_i ($i=1,2$) corresponde a características de la empresa² (tecnológicas, económicas y organizacionales); E (*Enforcement*) es el control (multas, sanciones) ejercido por el regulador; PC es la presión de la comunidad; S es el estándar ambiental; M_0 son las emisiones en el periodo anterior; $S-M_0$ corresponde a la distancia respecto a la norma en dicho periodo; RK^3 es el puesto ocupado por la empresa en el ranking de contaminadoras en el periodo anterior; V es el seguimiento del regulador a la empresa (número de visitas) y, Y corresponde a variables socioeconómicas de la comunidad.

Debido a que la respuesta ambiental de la firma (R) aparece únicamente en la ecuación (6), se tiene un modelo recursivo de tres ecuaciones que puede ser dividido en dos bloques⁴ : El primer bloque está conformado por las ecuaciones (7) y (8). Este se estima mediante el método de mínimos cuadrados en dos etapas (MC2E)⁵, utilizando variables instrumentales (ver [15],[20],[25])⁶. El segundo bloque está compuesto por la ecuación que explica la respuesta ambiental de la firma. La variable dependiente (R) no aparece en el primer bloque, razón por la cual E y PC no están correlacionados con el error en dicha ecuación (ver[25]). Entonces, cuando la variable dependiente es continua, la ecuación (6) puede ser estimada mediante

² El conjunto de variables Z es diferente en las ecuaciones (6) y (7) del modelo. Esto porque existe asimetría de información entre el regulador y las empresas en cuanto a las características de éstas últimas.

³ En Bogotá el regulador ambiental publica mensualmente, en Internet, la clasificación de las empresas reguladas, según su nivel de contaminación.

⁴ Ver [25] (Pág. 323).

⁵ Dado que en estas dos ecuaciones las variables dependientes pueden estar correlacionadas con los términos del error y que además se tienen variables independientes estocásticas (E, PC), los estimadores del modelo clásico de mínimos cuadrados ordinarios (MCO) no son consistentes (ver [20]).

MCO utilizando, entre las variables independientes, las relacionadas con el control del regulador (E) y la presión de la comunidad (PC) estimadas en primer bloque de dos ecuaciones simultáneas.

4. FUENTES DE INFORMACIÓN Y CONSTRUCCIÓN DE VARIABLES.

Para la estimación del modelo econométrico se utilizó información de 96 empresas (el 8% de las 1189 empresas reguladas en la ciudad⁷). Ellas fueron encuestadas durante el año 2000 a cerca de sus características tecnológicas y organizacionales, de su gestión management ambiental entre 1997 y 2000, de las actividades de seguimiento y control del regulador, y de la presión ejercida por la comunidad. Adicionalmente se contó con información de la autoridad ambiental sobre los vertimientos (DBO, DQO y UCH⁸) entre 1997 y 2000. Se utilizó además información financiera de las empresas, incluyendo el valor de los activos, pasivos, patrimonio, ingresos, costos y utilidades durante el año 2000.

La distribución por sectores de las firmas se presenta en la Tabla 1.

⁶ Para las variables utilizadas, cuya construcción se muestra en la siguiente sección, este sistema de ecuaciones simultáneas resultó ser sobre identificado (cumple con las condiciones de orden y de rango para identificación, ver [20]), lo cual permitió su estimación mediante MC2E.

⁷ Mediante una prueba estadística (t) de comparación de medias respecto a una muestra aleatoria, se estableció que la muestra analizada no presenta sesgo de selección.

⁸ UCH significa "Unidad de Contaminación Hídrica". Es un índice de contaminación utilizado por el regulador ambiental en Bogotá que es igual a la suma de las desviaciones porcentuales positivas respecto a los estándares.

Tabla 1. Distribución de la muestra por sectores productivos⁹

Grupo	Nombre	cciu	Sector Incluido	#Empresas	# Total
Grupo 1	Alimentos y Bebidas	15	Alimentos y bebidas	35	35
		16	Tabaco	0	
Grupo 2	Textiles y confecciones	17	Textiles	11	20
		18	Confecciones	2	
		19	Cueros	7	
Grupo 3	Papel e imprentas	20	Madera	0	5
		21	Papel y carton	2	
		22	Imprentas	3	
Grupo 4	Químicos y caucho	23	Refinacion petroleo	1	20
		24	Quimicos	16	
		25	Caucho y plástico	2	
		26	Minerales no metálicos	1	
Grupo 5	Metalurgica, automotriz y otros	27	Metalurgicos básicos	3	16
		28	Metalicos maquinaria y equipo	2	
		29	Maquinaria y equipo	1	
		30	Maquinaria de oficina	0	
		31	Aparatos eléctricos	0	
		32	Electrodomésticos	0	
		33	Instrumentos varios	0	
		34	Automotriz	7	
		35	Otros	0	
		36	Muebles	3	
		37	Recicalje	0	
			Total	96	96

Como se aprecia en la tabla 1, los 23 sectores fueron divididos en 5 grupos. La muestra incluye a empresas de todos ellos. Por lo tanto, en la estimación econométrica se capturan las diferencias que pudieran existir en cuanto costos marginales de reducción de las empresas (Marginal abatement costs) y, por ende, en cuanto a sus efectos sobre el manejo y el desempeño ambiental.

Las tablas 2 y 3 presentan las variables utilizadas para la estimación del modelo econométrico. En la tabla 2 se describen las variables del primer bloque de ecuaciones simultáneas y en la

tabla tres las variables utilizadas en el segundo bloque. El modelo estimado es del tipo Log-Log. En consecuencia, todas las variables continuas, excepto los porcentajes, se expresan en forma de logaritmo.

Tabla 2. Construcción de Variables del Primer Bloque de Ecuaciones

$$E = f(Z_2, S-M_0, V, PC, RK)$$

$$PC = f(M_0, Y, E, RK)$$

Grupo Variables	Nombre	Descripción	Unidades	Var. Categóricas	Tipo variable
Control regulador (E)	CONTREG	#Cartas + 2.#multas al mes	Indice		Endógena
Presión Comunidad(PC)	PCT	# Quejas al mes	unid./mes		Endógena
Características Firms (Z2)	S1	Sector 1	1 0	Pertenece sector 1 otro caso	Exógena
	S2	Sector 2	1 0	Pertenece sector 2 otro caso	Exógena
	S3	Sector 3	1 0	Pertenece sector 3 otro caso	Exógena
	S4	Sector 4	1 0	Pertenece sector 4 otro caso	Exógena
	LTAM	L(#Empleados)	L(unidades)		Exógena
	LEDAM	L(Edad Equipos)	L(años)		Exógena
	PROP	Propiedad	1 0	Part. extranjera No part. extranjera	Exógena
Cump. Inicial (S-M0)	LUCHINI	L(UCH Inicial)	Indice		Exógena
Ranking (RK)	RK	Puesto relativo inicial en ranking	%		Exógena
Visitas del regulador (V)	VISIT	# Visitas al mes del regulador	unid./mes		Exógena
Características socioeconómicas comunidad (Y)	ZONA	Zona residencial	1 0	Zona residencial Zona industrial	Exógena
	ESTRAT	Estrato Manzana de la Firma	Indice		Exógena

El primer bloque contiene 2 variables endógenas (Tabla 2): El control del regulador (E) y la presión de la comunidad (PC). La primera se estimó econométricamente a partir de la variable CONTREG que corresponde al número de cartas + 2 * número de multas impuestas mensualmente. La ponderación del número de multas se realizó teniendo en cuenta el impacto

⁹ La columna CIU (Clasificación Industrial Internacional Uniforme) muestra los dos primeros dígitos del código asignado internacionalmente a cada sector productivo (ver [4]).

mayor de una multa frente al de una carta del regulador¹⁰. La presión de la comunidad se estimó econométricamente a partir de la variable PCT que corresponde al número de quejas mensualmente dirigidas por la comunidad al regulador o a la empresa¹¹.

Para capturar las características de las firmas (Z_2) utilizadas en el primer bloque, se construyeron 7 variables: Cuatro dummies¹² (S1, S2, S3, S4) relacionadas, cada una, con los grupos de sectores definidos anteriormente y que operan como variables de control. La variable LTAM que se relaciona con el tamaño de la firma y fue construida como el logaritmo del número de empleados. Esta también opera como variable de control. La variable LEDAM está relacionada con la edad de la maquinaria y fue construida como el logaritmo de la edad promedio de los equipos. La variable PROP se relaciona con la propiedad de la firma; es una dummy que toma el valor de 1 si existe participación extranjera en la propiedad y de 0 en caso contrario.

El cumplimiento ambiental de la empresa en el periodo inicial (M_b) se incluyó en el modelo mediante la variable LUCHINI. Esta corresponde al logaritmo de las unidades de contaminación hídrica (UCH) emitidas en el momento inicial por la empresa. La ubicación de la empresa en el ranking de empresas contaminantes para el periodo inicial, fue incluida mediante la variable RK que corresponde al lugar de la empresa en el ranking de contaminación, sobre el número total de empresas reguladas en el periodo inicial. La correlación entre las variables LUCHINI y RK (0.15) no resultó significativa, razón por la cual pudieron utilizarse simultáneamente en el modelo sin esperar problemas de multicolinealidad.

¹⁰ El factor de ponderación (2) fue escogido siguiendo el criterio de Aden et al. [1].

¹¹ La variable (PC) captura una parte significativa de la presión total generada por la comunidad, pero no tiene en cuenta la posibilidad de que esa comunidad acuda a otras instancias, como ONGs o alcaldías locales, para presentar sus quejas.

¹² Aunque se tienen 5 grupos de sectores productivos, se incluyen solo 4 variables Dummy para evitar problemas de multicolinealidad.

La variable relacionada con el seguimiento del regulador, VISIT¹³, corresponde al número de visitas mensuales del regulador a la planta. Se incluyeron en el modelo dos variables relacionadas con las características socioeconómicas de la comunidad (Y): La variable ZONA es una Dummy que toma el valor de 1 si la empresa se encuentra ubicada en zona residencial y 0 en caso contrario. Esta es una variable de control en el modelo porque las zonas residenciales albergan una mayor población que la de las zonas industriales y por lo tanto en ellas se deben presentar mayores niveles de presión sobre las empresas. La variable ESTRAT se define como el estrato socioeconómico de la manzana en que se ubica la empresa¹⁴. Esta es una variable discreta que (para la muestra) toma valores de entre 1 y 4.

El segundo bloque corresponde a la ecuación asociada con la respuesta ambiental (R) de las empresas (Tabla 3). Para estimar dicha ecuación, se probaron por separado dos variables dependientes: i. la variable LINV que está definida como el logaritmo de la inversión ambiental¹⁵ mensual de la empresa y, ii. la variable PLANG es una dummy que toma el valor de 1 si la empresa tiene plan de gestión ambiental y 0 de lo contrario. Como la primera variable dependiente es continua y la segunda es discreta binomial, en el primer caso la estimación fue realizada mediante MCO, mientras que en el segundo se utilizó un modelo Logit.

Para describir las características de las firmas se incluyeron 10 variables. Se usaron de nuevo como variables de control a las variables correspondientes a los sectores (S1, S2, S3, S4) y la variable asociada con el tamaño de la empresa (LTAM). Las demás variables fueron la edad de la maquinaria (LEDAM), y la propiedad de la empresa (PROP) que fueron ya descritas.

¹³ Debido a la posibilidad de que esta variable resultara endógena, se realizó la prueba de exogeneidad de Hausman (ver [15], [20]). Los resultados de dicha prueba permitieron utilizarla como variable exógena en el modelo.

¹⁴ La ciudad de Bogotá se encuentra estratificada de acuerdo con características socioeconómicas como el ingreso y la educación de la población.

¹⁵ La inversión ambiental corresponde a los recursos asignados por la empresa a la construcción y mantenimiento de plantas de tratamiento, a la sustitución de insumos o a cambios en los procesos productivos para reducir la contaminación. Como se muestra en la sección 5, estas inversiones están correlacionadas positivamente con reducciones en la contaminación de las empresas.

Además se incluyó la pertenencia a asociaciones de industriales mediante la variable ASOCIA que toma el valor de 1 si la empresa pertenece a alguna asociación de industriales y de 0 en caso contrario. Se incluyeron también dos variables relacionadas con el desempeño económico de las empresas: el logaritmo de las ventas por empleado (LVENEMP) y la rentabilidad de los activos (RENTAB)¹⁶.

Tabla 3. Construcción de Variables del Segundo Bloque

Grupo Variables	Nombre	Descripción	Unidades	Var. Categóricas	Tipo variable
Respuesta ambiental empresas (R)	LINV	L(Inv. Ambiental al mes)	L(\$/mes)		Dependiente
	PLANG	Plan de gestión ambiental	1 0	Tiene plan No tiene plan	Dependiente
Características firmas (Z1)	S1	Sector 1	1 0	Pertenece sector 1 otro caso	Exógena
	S2	Sector 2	1 0	Pertenece sector 2 otro caso	Exógena
	S3	Sector 3	1 0	Pertenece sector 3 otro caso	Exógena
	S4	Sector 4	1 0	Pertenece sector 4 otro caso	Exógena
	LTAM	L(#Empleados)	L(unidades)		Exógena
	ASOCIA	Pertenencia a asoc. de Indust.	1 0	Pertenece a alguna No pertenece	Exógena
	LEDAM	L(Edad Equipos)	L(años)		Exógena
	PROP	Propiedad	1 0	Part. extranjera No part. extranjera	Exógena
	LVENEMP	L(Ventas/ #Empleados)	L(\$/emp)		Exógena
	RENTAB	Rentabilidad de los activos	%		Exógena
Control regulador(E)	CONTREG	#Cartas + 2.#multas al mes	Indice		Endógena
Cump.Inicial (S-M0)	LUCHINI	L(UCH Inicial)	Indice		Exógena
Presion Comunidad(PC)	PCT	# Quejas al mes	unidades		Endógena
Ranking (RK)	RK	Puesto relativo inicial en ranking	%		Exógena

¹⁶ Utilidades sobre activos corrientes.

El control del regulador CONTREG y la presión de la comunidad PCT, se utilizan en el caso del segundo bloque como variables independientes. Ambas se construyen a partir de los valores estimados en el primer bloque de ecuaciones simultáneas.

Por último, dentro de las variables independientes del segundo bloque, se utilizan, de nuevo, tanto el logaritmo de las unidades de contaminación hídrica (UCH), LUCHINI, como la ubicación relativa en el ranking de empresas contaminantes (RK).

Las estadísticas descriptivas de las variables construidas para la estimación del modelo, se muestran en la tabla 4. Se puede observar que existe homogeneidad entre las desviaciones estándar (respecto a la media) de las diferentes variables utilizadas en el modelo econométrico.

Tabla 4. Estadísticas descriptivas

	Media	Máximo	Mínimo	Desv. Est.
ASOCIA	0,729	1,000	0,000	0,447
CONTREG	0,168	0,833	0,000	0,124
ESTRAT	2,708	4,000	1,000	0,579
LEDAM	2,247	3,350	0,916	0,530
LINV	8,769	17,884	0,000	6,715
LTAM	4,240	7,170	1,099	1,381
LUCHINI	1,464	6,940	0,000	1,600
LVENEMP	18,010	21,701	11,943	1,379
VISIT	0,194	0,766	0,000	0,126
PC	0,023	0,333	0,000	0,054
PLANG	0,740	1,000	0,000	0,441
PROP	0,125	1,000	0,000	0,332
RENTAB	0,035	0,787	-0,387	0,131
RK	0,414	0,988	0,006	0,295
S1	0,365	1,000	0,000	0,484
S2	0,208	1,000	0,000	0,408
S3	0,052	1,000	0,000	0,223
S4	0,208	1,000	0,000	0,408
ZONA	0,667	1,000	0,000	0,474

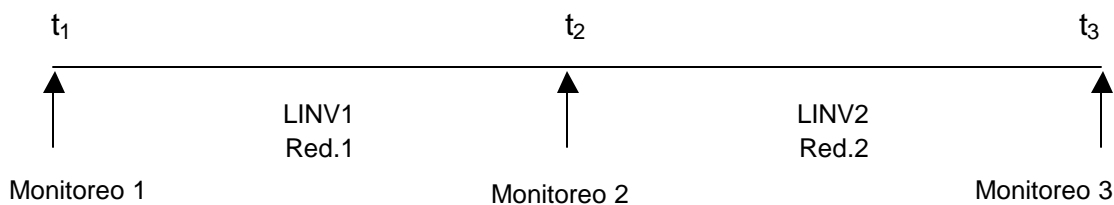
5. RESULTADOS

Inicialmente se presentan los resultados de un ejercicio estadístico realizado con el objetivo de encontrar la correlación (en el tiempo) entre la inversión ambiental y reducciones de

contaminación por parte de las empresas. Esto con el objetivo de determinar la conveniencia de utilizar la inversión ambiental como variable dependiente del modelo, asociada al desempeño ambiental de las firmas. Posteriormente se presentan los resultados de la estimación del modelo econométrico.

Para realizar este ejercicio de correlaciones, se seleccionó una sub-muestra conformada por las 24 empresas de la muestra total que cuentan con, al menos, tres monitoreos por parte del regulador, e inversiones ambientales durante el periodo de análisis (1997-2000). Se construyeron las variables $LINV_i$, Red_iSST , Red_iDBO y Red_iUCH . Ellas corresponden, respectivamente, a: el logaritmo de la inversión ambiental de la empresa, la reducción porcentual en sólidos suspendidos, la reducción porcentual en DBO y la reducción en UCH. Todas en el periodo i ($i = 1,2$). La figura 2 muestra la ubicación temporal de las variables construidas. Las correlaciones halladas se muestran en la tabla 5.

Figura 2. Ubicación Temporal, Variables de Inversión Ambiental y Reducción en Contaminación



Se encontró una correlación positiva entre la inversión ambiental en el periodo 1 y las reducciones en el periodo 2 para todos los parámetros (DBO,SST,UCH). Se halló también una correlación positiva entre la inversión ambiental en el periodo 2 y las reducciones en el periodo 2 para todos los parámetros. Consecuentemente, se puede afirmar que existe una relación positiva entre inversiones ambientales presentes y reducciones de contaminación hacia el futuro. Esto evidencia el rezago que podría esperarse entre el momento en que se realizan las

inversiones ambientales y el momento en el que se producen las reducciones en contaminación. Por todo lo anterior, la inversión ambiental resulta ser una variable aceptable para aproximarse a las reducciones futuras en contaminación de las empresas. En nuestro modelo, se aproxima a la variable dependiente “respuesta ambiental” de las empresas.

Tabla 5. Correlaciones: Inversión Ambiental y Reducción en Contaminación.

	Red1SST	Red2 SST	Red1 DBO	Red2 DBO	Red1UCH	Red2UCH
LINV1	-0,307	0,235	-0,203	0,250	0,113	0,086
LINV2	-	0,210	-	0,060	-	0,041

Los resultados de la estimación del modelo econométrico se presentan a continuación. En el sistema de dos ecuaciones simultáneas, la ecuación (7) relacionada con el control del regulador fue estimada utilizando como variables de control, aquellas relacionadas con el sector productivo (S1, S2, S3, S4)¹⁷. Como se puede observar en la tabla 6, las actividades de control del regulador (CONTREG) están positivamente relacionadas con la edad de la maquinaria (LEDAM) y con el número de visitas del regulador a la planta (VISIT). A su vez, el control del regulador (CONTREG), se encuentra negativamente afectado por la presencia de propiedad extranjera en las firmas (PROP). Estas tres variables (LEDAM, VISIT, PROP) son estadísticamente significativas, y sus signos son los esperados. Estos resultados que son consistentes con los reportados por Aden et al. [1], y por Gray y Deily [14]), sugieren que el regulador sanciona principalmente a las empresas que ha visitado, a las empresas con equipos antiguos y a las firmas de propiedad local.

Las variables que no resultaron significativa en esta ecuación fueron las relacionadas con: i. el desempeño ambiental anterior de las empresas (LUCHINI, RK). ii. el tamaño (LTAM) de las

¹⁷ Las variables S1, S2, S3 y S4 se utilizaron como variables de control, para tener en cuenta en el modelo que diferentes procesos productivos tienen diferentes costos marginales de reducción y por ende, se espera que tengan diferentes comportamientos ambientales ante similares penalidades marginales esperadas.

empresas y, iii. la presión de la comunidad (PC). Lo primero muestra que las sanciones y las multas que impone la autoridad ambiental (CONTREG), son independientes de la información que sobre el desempeño ambiental anterior de las empresas tenga el regulador. En otras palabras, un buen record ambiental no evita una sanción cuando se cae en incumplimiento. Lo segundo y lo tercero indican que el tamaño, o la visibilidad, de las firmas y las quejas de la comunidad no afectan las actividades de control del regulador. Se trata pues de un regulador que no discrimina a las empresas por tamaño y cuyas intervenciones de control no dependen de la presión social. Para esta ecuación, las pruebas de bondad de ajuste, especificación y no violación de supuestos del modelo de regresión (Heterocedasticidad, Multicolinalidad, Autocorrelación) arrojaron resultados satisfactorios (Tabla 6).

Los resultados para la otra ecuación del sistema (ecuación (8)) que tiene como variable dependiente la presión de la comunidad (PCT), medida como el número de quejas, se muestran en la segunda columna de la tabla 6. En este caso se utilizó como variable de control la ubicación de la firma (ZONA). Se encontró que la presión de la comunidad depende significativa y positivamente del estrato socioeconómico de la población que habita la zona donde se encuentra la planta (ESTRAT). Lo anterior se puede asociar con el mayor nivel de educación, información que normalmente se asocia con el mayor ingreso. Resultados similares se han encontrado en otros países (Hartman et al. [16]).

En esta ecuación, las variables relacionadas con el control del regulador (CONTREG) y con el comportamiento ambiental anterior de la empresa (LUCHINI, RK) no resultaron significativas. Esto muestra como las comunidades al ejercer presión no tienen en cuenta ni el desempeño anterior de las firmas ni las actividades de control del regulador. Esta ecuación (6), cumple con los requisitos de las pruebas de bondad de ajuste, especificación y no violación de supuestos del modelo de regresión (Tabla 6).

Tabla 6. Estimación sistema de ecuaciones simultáneas mediante MC2E^a

	CONTREG	PC
CTE	-0,023 (-0.339)	-0,044 (-1.604)
S1	0,013 (0.345)	
S2	-0,049 (-1.301)	
S3	-0,020 (-0.363)	
S4	-0,022 (-0.613)	
LTAM	0,009 (-0.688)	
LEDAM	0,036 (1.708)*	
PROP	-0,059 (-1.668)*	
CONTREG		-0,022 (-0.286)
LUCHINI	0,008 (1.079)	0,003 (0.966)
PCT	-0,331 (-0.413)	
RK	-0,025 (-0.598)	-0,030 (-1.533)
VISIT	0,513 (5.75)***	
ZONA		0,002 (0.167)
ESTRAT		0,028 (2.741)***
R ²	0,4	0,114
F Estadístico	4,805	2,079
Prob(F)	0,000011	0,075
n.R ² (White) ^b	45,28	7,3
F (Ramsey) ^b	0,83	0,21

^a Los t-estadísticos aparecen en paréntesis.

^b n.R² (White) es el estadístico de la prueba de Heterocedasticidad de White. F (Ramsey) es el estadístico del test RESET de especificación.

*Nivel de significancia: 10%.

**Nivel de significancia: 5%.

***Nivel de significancia: 1%.

Ahora en cuanto al segundo bloque de ecuaciones se probaron dos opciones de variables dependientes relacionadas con la respuesta ambiental de las empresas (4): i. el logaritmo de la inversión ambiental mensual (LINV) y, ii. la existencia de un plan de gestión (PLANG). Entre

las variables independientes se incluyeron siempre las siguientes: las relacionadas a los sectores industriales (S1, S2, S3, S4) y el tamaño de las plantas (LTAM) como variables de control, y las asociadas con sanciones del regulador (CONTREG), con la presión de la comunidad (PC) y con la ubicación de las plantas en el ranking de contaminación (RK). El efecto de otras variables independientes sobre la bondad del modelo fue evaluado. Esto permitió escoger el de mejor ajuste el cual se presenta en la tabla 7.

Tabla 7. Estimación ecuación de respuesta ambiental de las firmas^a

	LINV	PLANG
CTE	-7,518 (-0.791)	-1,688 (-1.42)
S1	-0,511 (-0.265)	0,227 (0.31)
S2	3,136 (1.42)	1,066 (1.247)
S3	4,149 (1.195)	-0,070 (-0.059)
S4	2,677 (1.206)	0,306 (0.372)
LTAM	0,117 (0.231)	
ASOCIA		1,456 (2.553)**
LEDAM	-2,135 (-1.568)	
PROP		
LVENEMP	0,972 (2.028)**	
RENTAB		4,579 (1.67)*
CONTREG	24,238 (2.501)**	9,747 (2.265)**
LUCHINI	-0,434 (-0.994)	
PC	30,036 (0.708)	-6,677 (-0.422)
RK	-5,474646 (-2.186)**	-0,239 (-0.24)
R ²	0,223	
F Estadístico	2,189	
Prob(F)	0,022	
n.R ² (White) ^b	68,7	
F (Ramsey) ^b	0,65	
R ² McFadden		0,14
R.V. (9gdl)		15,464
Prob(F)		0,079
Ind.Predicción		0,802

^a Los t-estadísticos aparecen en paréntesis.

^b n.R² (White) es el estadístico de la prueba de Heterocedasticidad de White. F (Ramsey) es el estadístico del test RESET de especificación.

*Nivel de significancia: 10%.

**Nivel de significancia: 5%.

***Nivel de significancia: 1%.

Para el caso de la variable dependiente LINV (primera columna en la Tabla 7), se encontró, utilizando MCO, que la inversión ambiental de las firmas depende positivamente del control del

regulador (CONTREG) y del logaritmo de las ventas por empleado (LVENEMP). Se encontró también que dicha inversión depende negativamente de la posición en el ranking de empresas contaminadoras (RK). Los coeficientes de estas tres variables son significativos y tienen el signo esperado. De acuerdo con lo anterior, las inversiones ambientales de las firmas serían más altas entre mayor sea el control ejercido por el regulador, entre mayor sea la productividad de su fuerza laboral y entre menos favorable sea su posición en el ranking de contaminación. Las variables relacionadas con la edad de la maquinaria (LEDAM), las emisiones iniciales (LUCHINI) y la presión de la comunidad (PC) resultaron no significativas. En Bogotá las decisiones de inversión ambiental de las empresas, no dependen ni de su desempeño ambiental en el pasado, ni de las quejas de la comunidad (PC), ni de la edad de los equipos.

Para la variable dependiente PLANG (existencia de un Plan de Manejo Ambiental al interior de la empresa), la estimación fue realizada mediante un modelo Logit. Tal como se puede observar en la segunda columna de la Tabla 7, la probabilidad de que la empresa cuente con este tipo de plan, está positivamente relacionada con su pertenencia a asociaciones de industriales (ASOCIA), y con su rentabilidad (RENTAB). El aumento en las actividades de control del regulador (CONTREG) también incrementan la probabilidad de que este plan exista. Estas tres variables independientes son estadísticamente significativas y tienen el signo esperado. De otra parte, las variables presión de la comunidad (PC) y ubicación anterior en el ranking de empresas contaminadoras (RK) resultaron ser no significativas.

De acuerdo con los resultados del modelo, aunque el desempeño ambiental de las plantas industriales, evaluado mediante dos variables dependientes diferentes, no está afectado por la presión de la comunidad, si lo está por el control del regulador. Esto podría relacionarse con la presencia de un regulador fuerte y de comunidades poco organizadas en torno a la solución de los problemas ambientales que las afectan.

La ecuación de respuesta ambiental de las empresas (ecuación 6) cumple (para cada variable dependiente) con los requisitos de las pruebas de bondad de ajuste, especificación y no violación de supuestos del modelo de regresión (Tabla 7). Los efectos marginales de las variables independientes para la ecuación en que se usó PLANG como variable dependiente, se presentan en la tabla 8.

Tabla 8. Estimación ecuación de respuesta ambiental de las firmas
Efectos marginales para la variable dependiente PLANG

	PLANG
CTE	-0,286 (-1.412)
S1	0,038 (0.311)
S2	0,181 (1.266)
S3	-0,011 (-0.059)
S4	0,052 (0.373)
ASOCIA	0,247 (2.611)***
RENTAB	0.778 (1.733)*
CONTREG	1.656 (2.395)**
PC	-1.135 (-0.424)
RK	-0.041 (-0.24)

*Nivel de significancia: 10%.

**Nivel de significancia: 5%.

***Nivel de significancia: 1%.

6. CONCLUSIONES

a. Sobre el control del regulador

Se encontró que la frecuencia de las actividades de control del regulador (sanciones y cartas) depende de características de las empresas tales como edad de los equipos y régimen de propiedad. La mayor frecuencia de sanciones y cartas hacia plantas industriales con equipos

de mayor edad podría atribuirse a su menor desempeño ambiental. Es evidente además que el regulador ejerce un control menos intenso sobre plantas industriales que cuentan con la participación de capital extranjero. Esto podría relacionarse con el mejor desempeño ambiental de esas empresas. De otra parte, el tamaño de las plantas industriales no es una característica que aumente la frecuencia de los controles que el regulador ejerce sobre.

Se encontró adicionalmente que la frecuencia de las actividades de control del regulador (sanciones y cartas) también depende del número de las visitas realizadas por él a las plantas industriales. Entre mayor sea el número de esas visitas, mayor es también la frecuencia de las acciones de control (sanciones y cartas). Evidentemente, esas acciones de control ocurren con mayor frecuencia en las más visitadas por el regulador. De otra parte, la frecuencia de esas actividades de control (sanciones y cartas) no está relacionada con el desempeño ambiental previo de las empresas; aunque si parece depender de su desempeño actual. Esto dado que el nivel actual de desempeño ambiental es el que el regulador observa en sus visitas de seguimiento y que la frecuencia de estas visitas (VISIT) afecta significativamente la frecuencia del control del regulador (cartas y sanciones).

La frecuencia de las actividades de control del regulador (sanciones y cartas) tampoco está relacionada con la presión ejercida por la comunidad. Esto podría relacionarse con la existencia de comunidades con baja capacidad para ejercer presión sobre los reguladores o con la independencia del regulador frente a presiones de la comunidad.

b. Sobre la presión de la comunidad

Se determinó que la presión de las comunidades afectadas por los vertimientos industriales, depende principalmente de sus condiciones socioeconómicas. Además, esa presión no está influida por el comportamiento ambiental de las empresas ni por las actividades de control del regulador. Así, empresas con igual desempeño ambiental recibirán presión diferente

dependiendo del estado socioeconómico de cada comunidad afectada: las comunidades más educadas, con mayor ingreso y mejor acceso a información, usarían de manera más efectiva los medios a su alcance para enfrentar los problemas locales de contaminación. Se determinó también que la variable relacionada con la posición de cada empresa en el ranking de contaminación que el regulador publica en Internet no es significativa para explicar la presión de la comunidad. Esto puede estar evidenciando el limitado acceso de la mayoría de las comunidades a Internet.

c. Sobre la respuesta de las empresas

El desempeño de las empresas en materia de vertimientos está determinado por: i. las actividades de control del regulador; ii. las características tecnológicas y económicas de esas empresas, y; iii. la posición de la planta industrial dentro del ranking de contaminación publicado en Internet. En cuanto a las actividades de control del regulador (sanciones y cartas) los resultados indican que efectivamente estas se constituyen en incentivos efectivos para mejorar el desempeño ambiental de las plantas industriales. Las características tecnológicas y económicas de esas empresas que afectan positivamente sus decisiones sobre manejo ambiental son sus ventas por empleado, su rentabilidad y la pertenencia a asociaciones industriales. Esto último podría deberse a que, normalmente, las empresas reciben de esas asociaciones información y asesoría en materia de gestión ambiental.

Además de lo anterior, vale la pena destacar dos resultados: i. Aunque las empresas no reciben sanciones de parte del regulador o de la comunidad por su posición en el ranking de contaminación publicado en Internet, esa posición afecta directa y positivamente sus decisiones en materia de inversión ambiental. Esto podría ser atribuible a que ellas podrían percibir que agentes tales como los consumidores e inversionistas las pueden sancionar con sus decisiones. Esto en la medida en que su desempeño ambiental deteriore su imagen

pública. ii. El desempeño ambiental de las plantas industriales, en lo que tiene que ver con vertimientos, no está afectado por las quejas de la comunidad. Esto posiblemente por la baja capacidad de control, organización y gestión de la mayor parte de las comunidades, y por su limitado acceso a información sobre el desempeño ambiental de esas plantas.

REFERENCIAS

1. Aden J., Kyu-Hong A., Rock M.; "What is Driving the Pollution Abatement Expenditure Behavior of Manufacturing Plants in Korea?" World Development Vol. 27 No. 7, 1203-1214 (1999).
2. Afsah S., Laplante B., Wheeler D.; "Controlling Industrial Pollution: A New Paradigm" World Bank Policy Research Working Paper No. 1672 (1996).
3. Blackman A., Bannister G., "Community Pressure and Clean Technology in the Informal Sector: An Econometric Analysis of the Adoption of Propane by Traditional Mexican Brickmakers"; Journal of Environmental Economics and Management 35, 1-21 (1998).
4. Cámara de Comercio de Bogotá; Clasificación Industrial Internacional Uniforme de todas las actividades económicas; Revisión 3, adaptada para Colombia por el Dane; Segunda edición (2000).
5. Chiappe M., Sánchez F., Ibáñez M., Núñez J., Echeverry A.; Analisis de la Economía de Bogotá: Nichos Productivos y Orecimiento Económico; Cámara de Comercio de Bogotá (1998).
6. Coronado H.; "Determinantes del Desempeño y la Inversión Ambiental en la industria: El caso del Corredor Industrial del Oriente Antioqueño"; Tesis de Maestría en Economía Ambiental y Recursos Naturales; Universidad de los Andes (2001).

7. DAMA; Gestión Ambiental en el Distrito Capital; 2ª Edición (2000)
8. DAMA; La calidad del Agua del Río Bogotá; 1ª Edición (2001).
9. Dasgupta S.; "Opportunities for Improving Environmental Compliance in Mexico"; World Bank (1999).
10. Dasgupta S., Hettige H., Wheeler D.; "What Improves Environmental Compliance?. Evidence from Mexican Industry" Journal of Environmental Economics and Management 39, 39-66 (2000).
11. Dasgupta S., Laplante B., Mamingi N., Wang H.; "Industrial Environmental Performance in China: The Impact of Inspections"; World Bank (1999).
12. Dion C., Lanoie P., Laplante B., "Monitoring of Pollution Regulation: Do Local Conditions Matter?"; Journal of Regulatory Economics 13, 5-18 (1998).
13. Foulon F., Lanoie P., Laplante B.; "Incentives for Pollution Control: Regulation and (?) or (?) Information"; World Bank (1999).
14. Gray W., Deily M.; "Compliance and Enforcement: Air Pollution Regulation in the U.S. Steel Industry"; Journal of Environmental Economics and Management 31, 96-111 (1996).
15. Gujarati D; Econometría Básica; McGraw-Hill (1981).
16. Hartman R., Huq M., Wheeler D.; "Why Paper Mills Clean Up: Determinants of Pollution Abatement in Four Asian Countries"; World Bank Policy Research Working Paper No. 1710 (1996).
17. Helland E.; "The Enforcement of Pollution Control Laws: Inspections, Violations and Self Reporting"; The Review of Economics and Statistics, 141-153 (1998).

18. Henriques I., Sadorsky P.; "The Determinants of an Environmentally Responsive Firm: An Empirical Approach"; *Journal of Environmental Economics and Management* 30, 381-395 (1996).
19. Hettige H., Huq M., Pargal S., Wheeler D.; "Determinants of Pollution Abatement in Developing Countries: Evidence from South and Southeast Asia"; *World Development* Vol. 24 No. 12, 1891-1904 (1996).
20. Judge G., Hill R., Griffiths W., Lutkepohl H., Lee T.; *Introduction to the Theory and Practice of Econometrics*; 2^a Edición; John Wiley & Sons (1988).
21. Konar S., Cohen M., "Why do Firms Pollute (and Reduce) Toxic Emissions?"; World Bank (1997).
22. Laplante B., Rilstone P.; "Environmental Inspections and Emissions of the Pulp and Paper Industry in Quebec"; *Journal of Environmental Economics and Management* 31, 19-36 (1996).
23. Panayotou T., Schatzki T., Limvorapitak Q.; "Differential Industry Response to Formal and Informal Environmental Regulations in Newly Industrializing Economies"; Harvard Institute for International Development (1997).
24. Pargal S., Wheeler D.; "Informal Regulation of Industrial Pollution in Developing Countries: Evidence from Indonesia"; *Journal of Political Economy* Vol 104 No. 6 (1996).
25. Pindick R.,Rubinfeld D.; *Econometric Models and Economic Forecasts*; McGraw-Hill (1981).

26. Uribe E., Cruz G., Coronado H., Panayotou T., Faris R., “La Gestión Ambiental y Competitividad de la Industria Colombiana”. Proyecto Andino de Competitividad, Universidad de los Andes y Universidad de Harvard (2001).
27. Wang H., “Pollution Charges, Community Pressure and Abatement Cost of Industrial Pollution in China” World Bank (2000).
28. World Bank; Greening Industry, New Roles for Communities, Markets and Governments; Oxford University Press, New York (2000).

