

# Proyecto PR\_FCE\_2009\_1\_2801

## Datos del proyecto

**Línea de financiamiento a la que postula:** Investigación Fundamental (FCE)

**Convocatoria:** Investigación Fundamental (FCE)

**Modalidad del proyecto:** Modalidad I: Proyectos de excelencia con alto requerimiento de gastos e inversiones

**Título del proyecto en español:** Experimentos de Laboratorio para el Análisis del Comportamiento de las Firmas en el Cumplimiento de la Regulación Ambiental

**Palabras clave en español:** Instrumentos de Política Ambiental, Fiscalización, Experimentos

**Título del proyecto en inglés:**

**Palabras clave en inglés:**

**Área del conocimiento:** Ciencias Sociales

**Sub área del conocimiento:** Economía y Negocios

**Disciplina:** Economía, Econometría

**Especialidad:** Economía Ambiental

**Tipo institución proponente:** Privada

**Institución nivel 1 y 2:** Universidad de Montevideo - Facultad de Ciencias Empresariales y Economía

**Institución nivel 3:** Departamento de Economía

## Otras instituciones participantes

**Fecha de inicio prevista del proyecto:** 01/06/2010

**Duración en meses:** 24

**Costo total del proyecto en \$U:** 1.977.000,00

**Monto del subsidio solicitado a la ANII:** 945.000,00

**Monto aportado por terceros:** 1.032.000,00

**Especificar:** Universidad de Montevideo

## Responsable del proyecto

**Caffera Collazo, Marcelo Federico**

**Nacionalidad:** Uruguay

**Documento:** C.Identidad 1992403-5

**Estado Civil:**

**Sexo:** Masculino

**Fecha de Nacimiento:** 07/03/1972

**Institución:**

**Tipo institución:** Privada

**Institución nivel 1 y 2:** Universidad de Montevideo / Universidad de Montevideo - Facultad de Ciencias Empresariales y Economía

**Institución nivel 3:** Departamento de Economía

**Cargo actual:** Profesor y Director Máster de Economía

**Dirección laboral:** Prudencio de Pena 2440

**Ciudad:** Montevideo

**Código postal:** 11600

**Teléfono:** 7074461

**Celular:**

**E-mail:** marcaffera@um.edu.uy

# Resumen publicable del proyecto

**Resumen en español:** En esta investigación se diseñarán y conducirán experimentos de laboratorio para testear hipótesis respecto al comportamiento de las firmas en el cumplimiento de la regulación ambiental bajo distintos instrumentos de política y diseños de fiscalización. En particular se testea el efecto de distintas estructuras de la función de multa sobre el comportamiento de las firmas bajo esquemas de fiscalización costo - efectivos que inducen perfecto cumplimiento y otros que inducen violaciones, bajo estándares a las emisiones y mercado competitivo de permisos transferibles de contaminación. Los comportamientos observados se contrastarán con los predichos por la teoría (el modelo de la firma neutral al riesgo maximizadora de beneficios). La importancia del proyecto radica en que basado justamente en distintas formas de la función de multa la teoría económica ha producido recomendaciones de política claras sobre cómo tiene que ser diseñada una política de fiscalización y qué instrumentos deben utilizarse si se quieren minimizar los costos sociales de controlar las emisiones. El objetivo último de este proyecto es testear estas recomendaciones en el laboratorio.

**Resumen en inglés:**

## Contenido técnico-científico

### Antecedentes

**Antecedentes y justificación:** Estado actual del conocimiento

Teoría

Uno de los aspectos más importantes detrás de cualquier política de control de las emisiones, nacional o internacional, es su costo. Los economistas ambientales han venido dando una clara recomendación de política en este sentido por un largo tiempo: cuando sea posible, un regulador debe topear las emisiones agregadas mediante un mercado competitivo de permisos de contaminación porque este instrumento de política minimiza los costos agregados de abatimiento de alcanzar cualquier tope con requerimientos mínimos de información para los reguladores. Esta recomendación de política ha tenido su impacto. La Unión Europea adoptó un Esquema de Comercio de Emisiones como un instrumento importante para limitar sus emisiones de gases de efecto invernadero. La administración Obama también está impulsando una alternativa similar en el Congreso estadounidense (la Ley Estadounidense de Energía Limpia y Seguridad, de Waxman y Markey). Hasta la aparición del Esquema de Comercio de Emisiones europeo, los Estados Unidos eran el hogar del mayor programa de comercio de emisiones: el mercado federal de permisos de emisiones de SO<sub>2</sub> para controlar la lluvia ácida. Existen también en los Estados Unidos mercados regionales como los de NO<sub>x</sub> y SO<sub>x</sub> bajo el programa RECLAIM en el sur de California. Otros programas regulatorios basados en permisos de emisión transferibles han sido implementados en otros países también. Un ejemplo cercano es el Programa de Compensación de Emisiones de Santiago de Chile, un mercado de capacidad de emisión de partículas totales en suspensión. Siguiendo el criterio de costo - efectividad, desde los organismos multilaterales de crédito se ha aconsejado la implementación de estos instrumentos económicos en países subdesarrollados como es el caso como el Banco Mundial en Asia y el Banco Interamericano de Desarrollo en América Latina, si bien por cuestiones institucionales y/o de economía política muchas de estas iniciativas fracasaron. (Uruguay no fue ajeno a esto. Como parte del Plan de Saneamiento Urbano III el BID le exigió a Uruguay que implemente un impuesto a los efluentes. Ello dio lugar a la propuesta de una tasa de saneamiento, luego derogada por el parlamento). (Ver Caffera, 2010).

La repercusión de esta recomendación de política puede ser visto como sorprendente porque los costos de abatimiento de las empresas no son el único costo social de topear emisiones. Existen otros costos relevantes, como los costos del monitoreo y sanción en los que necesariamente debe incurrir el regulador para fiscalizar su cumplimiento. Hasta el trabajo de Caffera y Chávez (2010, trabajo financiado por la ANII a través del proyecto FCE2007\_351) la literatura no había dado respuesta alguna a la cuestión de la costo - efectividad relativa de un sistema de permisos de emisión comercializables versus un programa basado en estándares de emisión cuando se incorporan los costos de control (utilizo aquí la palabra control como sinónimo de la palabra en inglés enforcement).

Caffera y Chávez (2010) extienden la literatura en varios sentidos. En primer lugar, extienden el trabajo de Arguedas (2008) y Stranlund (2007) derivando la condición bajo la cual es costo - efectivo para el regulador (es decir, éste reduce los costos sociales del programa de control de emisiones) inducir cumplimiento en un sistema de estándares a las emisiones para el caso en que existe más de una firma regulada y los costos de monitoreo y sanción pueden diferir entre firmas. Más allá de que la condición se vuelve firma específica bajo estas circunstancias, su naturaleza sigue siendo la misma: partiendo de una situación en la que el diseño de la fiscalización es tal que la firma cumple exactamente con el estándar, será costo - efectivo para el regulador inducir cumplimiento si el ahorro en los costos de monitoreo que logra cuando reduce en una unidad el estándar e induce a la firma a violar en el margen dicho estándar disminuyendo la probabilidad con la que la monitorea tal que las emisiones de la firma se mantienen constantes es menor que el incremento en los costos esperados de sancionar a la firma por dicha violación marginal. Si este no es el caso, el regulador interesado en topear las emisiones agregadas de un conjunto de  $n$  firmas en un nivel de  $E$  toneladas, deberá fijar los estándares de emisión de cada firma tal que la suma agregada de emisiones permitidas legalmente (los estándares) sea menor que  $E$ , el objetivo de política.

El resultado de Caffera y Chávez (2010) permite concluir que inducir cumplimiento en un programa de control de emisiones no depende de que el regulador utilice estándares de emisión o permisos transferibles (o impuestos a las emisiones), sino de los costos marginales esperados relativos de monitorear efluentes y sancionar no cumplimientos de cada una de las firmas. Stranlund (2007) deriva la condición que se debe cumplir para que el regulador induzca perfecto cumplimiento para el caso de permisos transferibles, pero asumiendo costos de inspección y sanción homogéneos entre firmas para el regulador. Ésta condición es conceptualmente idéntica a la derivada por Caffera y Chávez (2010).

La estructura de la multa juega un papel fundamental en el cumplimiento o no de la condición que determina si es costo-efectivo o no para el regulador inducir perfecto cumplimiento o dejar que las firmas violen la normativa (logrando en ambos casos un nivel agregado de emisiones igual a  $E$ ). Como consecuencia, el hecho de que el regulador ambiental pueda o no manipular esta estructura tiene un efecto directo sobre los costos de un programa de control de emisiones. Suponiendo primero que el regulador ambiental no tiene el poder de manipular la estructura de la multa, y que en su lugar ésta le viene dada por ley, Caffera y Chávez (2010) derivan las condiciones que tiene que cumplir el diseño óptimo de un programa de control de emisiones (lo que significa cómo debe fijar el regulador la probabilidad con la que va a inspeccionar a cada firma y el estándar que le va a imponer a cada una de ellas) cuando no es costo efectivo inducir perfecto cumplimiento. Llamamos el diseño óptimo o costo - efectivo de un programa de control de emisiones a aquel diseño que minimiza los costos sociales de topear las emisiones en  $E$ , incluyendo en los costos sociales (a) los costos de abatimiento de emisiones por parte de las empresas, (b) los costos de monitorear las emisiones de las empresas para fiscalizar su cumplimiento en los que tiene que incurrir el regulador, y (c) los costos en los que tiene que incurrir el regulador cuando sanciona a aquellas empresas que no cumplen y son descubiertas. Luego de caracterizar el diseño costo efectivo de un programa de control de emisiones mediante estándares cuando no es costo efectivo inducir perfecto cumplimiento, Caffera y Chavez (2010) comparan el costo social de tal programa con los costos de un programa de estándares que fija el mismo tope  $E$  a las emisiones agregadas cuando es costo efectivo inducir perfecto cumplimiento. (La caracterización de este programa es de Malik, 1992). Este ejercicio equivale a asumir que el regulador tiene el poder de elegir la estructura de la multa y por lo tanto la optimalidad de inducir perfecto cumplimiento o no. Siguiendo lo que es estándar en la literatura, Caffera y Chávez (2010) restringen las estructuras posibles de la función de multa a una función cuadrática  $f(v) = f_i \cdot v + \gamma/2 \cdot v^2$ , con  $f_i$  mayor o igual a cero,  $\gamma$  mayor o igual a cero,  $f_i + \gamma$  mayor que cero, y  $v$  siendo el nivel de la violación. (Una violación en el caso de permisos transferibles se produce cuando la firma emite una cantidad del contaminante que está por encima de la cantidad de permisos que posee. Cada permiso por lo general le otorga a la firma el derecho a emitir una tonelada u otra unidad de medida cuantitativa de emisiones). El resultado es que un programa que induce perfecto cumplimiento con una estructura de la función de multa tal que  $f_i$  sea positivo y se fije lo más alto posible y  $\gamma$  sea cero o positivo pero tal que no viole la optimalidad de inducir cumplimiento, es siempre más

barata que otra política que induce el mismo nivel de emisiones agregadas  $E$  pero que permite que las firmas violen los estándares utilizando una multa marginal creciente que haga óptimo inducir violaciones.

A continuación, Caffera y Chávez (2010) comparan los costos sociales totales de un programa óptimamente diseñado basado en estándares a las emisiones (un programa que induce perfecto cumplimiento con una multa marginal constante) con los costos de un programa óptimamente diseñado basado en permisos transferibles. La caracterización de este último se encuentra en Stranlund (2007) e involucra hacer cumplir perfectamente el programa (emitir una cantidad de permisos igual a  $E$  y lograr que ninguna firma emita por encima de los que le habilitan sus permisos) con una multa marginal constante. El resultado de la comparación es que el programa basado en estándares a las emisiones es siempre más barato en términos sociales excepto cuando los costos de una inspección no varían entre firmas. Como conclusión, dado un nivel de información de los costos de abatimiento de las firmas por parte del regulador, si éste está interesado en topear las emisiones agregadas de un contaminante cuando los costos de inspección no son iguales para todas las firmas, debería utilizar un programa óptimamente diseñado basado en estándares y no en permisos ya que es el primero el que minimiza los costos sociales esperados de hacerlo.

Por último, Caffera y Chávez (2010) también comparan los costos sociales totales (abatimiento + monitoreo + sanción) de un programa óptimamente diseñado basado en estándares a las emisiones con los costos de un programa óptimamente diseñado basado en permisos transferibles, cuando la multa no está bajo control del regulador ambiental, sino que le viene dada por ley, y ésta es creciente en el margen tal que determina que es óptimo inducir violaciones. (La caracterización del diseño óptimo de un programa basado en permisos transferibles en este caso también se encuentra en Stranlund, 2007). La comparación resulta en que cuando no es óptimo inducir perfecto cumplimiento las condiciones en las cuales el programa basado en permisos transferibles es igual de barato (nunca es más barato) en términos esperados que uno basado en permisos transferibles, son aún más especiales.

Como conclusión, tenga o no el regulador la potestad de influir sobre la estructura de la multa con la que castiga las violaciones, y por ende la potestad minimizar los costos sociales esperados induciendo perfecto cumplimiento con una multa marginal constante (o no muy creciente), en cualquier caso el regulador debe utilizar un programa óptimamente diseñado basado en estándares si quiere minimizar los costos sociales esperados de topear las emisiones. Este es un resultado novedoso que contradice la recomendación de política clásica de los economistas ambientales de los últimos cuarenta años.

Todas las conclusiones sobre la costo efectividad relativa de estándares versus permisos recién reseñadas sobre los que se basa este resultado dependen de dos cuestiones (1) el impacto que distintas estructuras de la función de multa tienen sobre el comportamiento de las firmas, y (2) el nivel de información que el regulador posea sobre los costos (heterogéneos) de abatimiento de emisiones de las firmas, los cuales determinan de manera directa cuánto debe monitorear y qué estándar le debe fijar a cada firma el regulador en el caso de un programa basado en estándares, y de manera indirecta (a través del precio de mercado de equilibrio de los permisos) cuánto debe monitorear a cada firma en el caso de un programa de permisos. Ninguno de los dos aspectos ha sido testeado en un laboratorio. El presente proyecto se ocupa del testeo de (1) como forma de testear la costo efectividad relativo de estándares versus permisos. (Se avanzará lo más posible en el testeo de la cuestión (2) en la medida que el proyecto lo permita de acuerdo a su desarrollo planeado, sin embargo somos cautos en esto dado los posibles imprevistos).

## Experimentos

La literatura experimental sobre el comportamiento de las firmas contaminantes en el cumplimiento de los distintos instrumentos de política ambiental bajo distintos diseños de fiscalización es escasa. Aunque se han utilizado experimentos para analizar algunos aspectos del cumplimiento de los individuos con relación a la declaración de

impuestos (Ver resumen de esta literatura en Torgler, 2007), son pocos los trabajos en el campo de la regulación ambiental. La gran mayoría de los experimentos relacionados a la fiscalización y el cumplimiento en el marco de recursos naturales y contaminación se han realizado en el contexto de bienes públicos o recursos de libre acceso. Si bien este tipo de análisis es importante porque ilustra sobre el efecto que determinadas reglas (formales e informales) tienen sobre las motivaciones individuales a cooperar y el grado de eficiencia resultante (Ver resumen de esta literatura en Ledyard, 1995, o Bowles, 2004, por ejemplo), no son el marco adecuado para el análisis del comportamiento de las firmas una vez que el regulador ha intervenido y cambiado la estructura del juego, fijando un techo agregado a las emisiones o extracciones posibles y asignando éstas mediante estándares (límites máximos) o permisos transferibles. Sorprendentemente, el número de trabajos experimentales que analizan tal comportamiento en dicho marco es bajo. (Un marco adicional del que no nos ocupamos en este proyecto es el de la contaminación no puntual; cuando el regulador no puede observar las emisiones. Alpizar, et al. (2004) testean en efecto de dos multas alternativas en un experimento en donde el regulador no puede observar las emisiones).

Cason y Gangadharan (2006) analizan la eficiencia de los mercados de permisos transferibles cuando las emisiones de los agentes están sujetas a shocks aleatorios, bajo fiscalización imperfecta y la posibilidad de que las firmas puedan guardar permisos entre períodos. Más relacionado al presente proyecto, Anderson y Stafford (2006) presentan los resultados de un experimento en clase donde los alumnos actúan como firmas que eligen si cumplir o no con una regulación ambiental que establece que deben remover la contaminación de sus efluentes antes de volcarlos al río que se encuentra junto a su fábrica. Los alumnos no deciden cuanto contaminar, sino si cumplir o no con la normativa, dado que esto involucra un determinado costo esperado. El experimento permite testear el efecto de un incremento en la probabilidad de ser monitoreado versus un efecto de un incremento en la multa, manteniendo constante la multa esperada. Consistente con otro trabajo de los mismo autores en el marco de la contribución voluntaria a un bien público (Anderson y Stafford, 2003), los resultados indican que un incremento en la multa tiene un efecto mayor sobre el comportamiento que un incremento en la probabilidad, sugiriendo que los individuos son aversos al riesgo (Becker, 1968).

En el experimento de Anderson y Stafford (2006), sin embargo, todas las firmas tienen el mismo costo de remoción de la contaminación. La heterogeneidad de las firmas en cuanto a costos de abatimiento de emisiones es un aspecto central en la comparación de la costo - efectividad relativa de los distintos instrumentos de política ambiental; particularmente en la comparación de los estándares de emisión con los instrumentos económicos (permisos transferibles e impuestos a las emisiones). Esto es tomado en cuenta por Murphy y Stranlund (2006), quienes diseñaron y llevaron adelante experimentos de laboratorio para analizar el comportamiento de las firmas en mercados de permisos de emisión transferibles. En su diseño experimental, las firmas contaminantes se diferencian en firmas de costos marginales altos y costos marginales bajos. Estas firmas se enfrentan a su vez a tres niveles distintos de la multa marginal esperada, dos niveles distintos del límite máximo de emisiones agregadas y dos asignaciones iniciales de permisos; uniforme y no uniforme. Con estos tratamientos ellos son capaces de encontrar evidencia experimental de que existe un efecto directo de un incremento en el esfuerzo de fiscalización (un incremento en la multa esperada) por parte del regulador sobre las violaciones individuales de las firmas. Este efecto directo se da tanto a través de un incremento en la probabilidad de monitoreo como de un incremento en la multa y es negativo: las firmas disminuyen sus violaciones comprando más permisos. Precisamente por esto último, un incremento en el control por parte del regulador tiene un efecto indirecto de signo opuesto sobre las violaciones: un mayor precio de los permisos incrementa el incentivo a violar. Sin embargo, los autores demuestran que este último contra-efecto es menor en magnitud absoluta que el efecto directo, por lo que el efecto neto de una fiscalización más severa es una disminución en las violaciones.

De acuerdo con la teoría, esta disminución en las violaciones a nivel individual se da a través de una mayor compra de permisos y no de una reducción en el nivel de emisiones. Éste no se ve afectado por el mayor control cuando el precio de mercado de los permisos no varía. Por lo tanto una conclusión importante de este trabajo es que si se

espera que una fiscalización más severa tenga un efecto sobre el cumplimiento de las firmas con los permisos y sobre el nivel de emisiones debe ser de una magnitud tal que afecte (suba) el precio de mercado de los permisos, ya que es solamente a través de éste que las firmas reducirán sus emisiones. Por este motivo, no tiene sentido que el esfuerzo de fiscalización se centre en una o en un conjunto pequeño de firmas, si éstas son tomadoras de precios. Los autores también son capaces de encontrar evidencia experimental acerca del resultado teórico que establece que en un mercado de permisos transferibles competitivo (con un solo precio) todas las firmas violan en la misma cantidad. El nivel de violación de una firma no depende de ninguna característica individual de la firma. Ello se debe a que en el caso comentado tanto el beneficio marginal de violar (el precio de los permisos) como el costo marginal (la multa marginal esperada) es igual para todas las firmas. Por último, un resultado menos relacionado con este proyecto que estos autores encuentran y que contradice la teoría es que la asignación inicial de permisos (quien es vendedor y quien es comprador) afecta el nivel de violaciones.

Utilizando los datos del mismo conjunto de experimentos, Stranlund, Murphy y Spraggon (2008) encuentran evidencia experimental sobre la hipótesis de Malik (1990) de que los mercados competitivos de permisos transferibles son mecanismos costo - efectivos para asignar emisiones aún en presencia de una política de fiscalización que no es capaz de lograr perfecto cumplimiento. El principal efecto de la baja fiscalización es el mayor nivel de emisiones agregados. Por último, el nivel de violaciones que predice el modelo teórico de una firma neutral al riesgo es mucho mayor que el que encuentran estos autores cuando el nivel predicho es alto, y es más o menos igual cuando el nivel predicho es bajo.

Hasta el momento, el único trabajo del que estemos enterados que estudia específicamente el comportamiento de las firmas en contextos de regulación ambiental bajo distintos instrumentos de política (estándares y permisos transferibles) y distintos diseños de fiscalización es Murphy y Stranlund (2007). Estos autores apuntan directamente al testeo de las diferencias que según la teoría tienen los estándares y los permisos en cuanto a los incentivos de las firmas a violar y el diseño de la fiscalización para impedirlo. Estas diferencias radican en lo ya comentado: en teoría, en un mercado competitivo de permisos transferibles con firmas neutrales al riesgo, todas las firmas violan en la misma magnitud. Por ende no hay razón para que el regulador centre su esfuerzo de fiscalización en alguna firma o algún conjunto de firmas de acuerdo a alguna característica de éstas: la productividad del esfuerzo de fiscalización será la misma sea cual sea la firma que audite. Esto es distinto en el caso de estándares donde las firmas con mayores costos marginales de abatimiento y/o menores estándares tienen más incentivos a violar. El regulador debe centrar sus esfuerzos de fiscalización en estas firmas ya que ello aumentará la productividad del control. Murphy y Stranlund (2007) encuentran evidencia de todos estos resultados teóricos.

Porqué el Proyecto hará un aporte en la materia

El proyecto hará un aporte en esta materia porque, como se dijo anteriormente, proveerá de evidencia experimental a favor o en contra respecto de un conjunto de resultados teóricos recientes que apuntan a una de las cuestiones centrales de la economía ambiental: la costo - efectividad relativa de estándares versus permisos transferibles. Estos resultados teóricos son los derivados por Stranlund (2007) para el caso de permisos, por Arguedas (2008) y Caffera y Chávez (2010) para el caso de estándares, y por Caffera y Chávez (2010) para el caso de la comparación de ambos programas óptimamente diseñados. Como se dijo antes, éstos dependen de dos cuestiones (1) el impacto que distintas estructuras de la función de multa tiene sobre el comportamiento de las firmas, y (2) el nivel de información que el regulador posea sobre los costos (heterogéneos) de abatimiento de emisiones de las firmas, los cuales determinan de manera directa cuánto debe monitorear y qué estándar le debe fijar a cada firma el regulador en el caso de un programa basado en estándares, y de manera indirecta (a través del precio de mercado de equilibrio de los permisos) cuánto debe monitorear a cada firma en el caso de un programa de permisos. Ninguno de los dos aspectos ha sido testado en un laboratorio. Este proyecto apuntar a empezar a llenar esta brecha en nuestro conocimiento, haciendo especial énfasis en el impacto que distintas combinaciones de políticas óptimas de

fiscalización e instrumentos tienen sobre el costo social de programas de control de las emisiones.

Más allá del aporte del proyecto en cuanto a que proveerá de evidencia experimental sobre los costos relativos de los distintos instrumentos, el proyecto también aporta en cuanto a que plantea dicha comparación con políticas de fiscalización óptimamente diseñadas (á la Stranlund (2007) y Caffera y Chávez, 2010). Ninguno de los experimentos anteriores calibra los parámetros de su política de fiscalización (y los estándares, en el caso de estándares) tal que éstos minimizan los costos sociales del programa de control de emisiones. Por último, como la optimalidad depende de la estructura de la función de multa, el proyecto también aporta a la literatura en cuanto testea por primera vez el efecto funciones de multas marginales constantes versus multas marginales crecientes en el comportamiento de las firmas.

**Antecedentes del equipo de trabajo:** Como se describe en la sección "Antecedentes del Proyecto", el Proyecto plantea testear en el laboratorio hipótesis que se desprenden directamente de nuestro trabajo teórico anterior que desarrollamos en el marco del Proyecto FCE2007\_351, financiado por la ANII. (Caffera y Chávez, 2010). Hemos enviado recientemente este artículo a considerar para publicación en la revista académica arbitrada *Environmental and Resource Economics*.

Marcelo Caffera tiene varias investigaciones en el área del conocimiento del proyecto. Aparte del trabajo recién comentado, las investigaciones que están más directamente relacionadas con este proyecto son las siguientes:

- "The Dissimilar experience with economic instruments to control pollution among Latin American countries: can we explain it?", bajo revisión para re-envío a la edición especial sobre América Latina de la revista académica arbitrada *Environment and Development Economics*.
- Getting Polluters to Tell the Truth, con Juan Dubra (2007).
- Effectiveness of the Enforcement of Industrial Emission Standards in a Less Developed Country. (2007).
- Achieving an Environmental Target with an Emissions Tax under Incomplete Enforcement, con Carlos Chávez, Universidad de Concepción ? Chile (2007).
- Imperfectly Enforceable Pollution Tax with Asymmetric Information, con John Stranlund, University of Massachusetts - Amherst, Agosto 2006.
- The Implementation and Enforcement of Environmental Regulations in a Less Developed market economy: evidence from Uruguay, Ph.D. Dissertation, Department of Resource Economics, University of Massachusetts ? Amherst, 2004.

Por su parte, como se puede ver en el CV adjunto de Carlos Chávez, son numerosas sus publicaciones en el área del conocimiento del proyecto.

## **Descripción del Proyecto**

### **Objetivos generales y objetivos específicos**

**Objetivo general:** Diseñar y llevar adelante experimentos de laboratorio para testear hipótesis producidas por la teoría sobre el comportamiento de las firmas frente a regulaciones ambientales y sus implicancias en cuanto a (i) diseño costo-efectivo de la estrategia de fiscalización, y (ii) elección costo-efectiva de instrumentos de política ambiental. El testeo de estas hipótesis permitirá producir recomendaciones de política respecto a estos dos puntos.

### **Objetivos Específicos**

|                            |
|----------------------------|
| <b>Objetivo Específico</b> |
|----------------------------|

|   |
|---|
| Responder Hipótesis de comportamiento 1: Una firma neutral al riesgo cumple con la regulación si la multa marginal esperada de violarla es mayor al beneficio marginal de hacerlo, y no cumple si sucede lo contrario. Este resultado es independiente de la estructura de la función de multas (lineal o cuadrática en el nivel de violaciones) y de si la firma se encuentra bajo un sistema de estándares a las emisiones o bajo un mercado competitivo de permisos transferibles.   |
| Responder Hipótesis de comportamiento 2: El nivel de violación de una firma que es controlada con una función de multa cuadrática no varía si el regulador cambia el valor de los parámetros de los términos de primer y segundo orden de esta función manteniendo constante el valor de la multa. Este resultado es independiente de si la firma se encuentra bajo un sistema de estándares a las emisiones o bajo un mercado competitivo de permisos transferibles de emisión.  |
| Responder Hipótesis de comportamiento 3: Bajo un sistema de estándares a las emisiones el regulador puede mantener fijo el nivel de emisiones de las firmas variando el estándar y la probabilidad de monitoreo tal que el valor de la multa marginal esperada no cambie.   |
| Responder Hipótesis de comportamiento 4: Bajo un sistema de permisos transferibles el regulador puede mantener fijo el nivel de emisiones de las firmas variando la cantidad de permisos y la probabilidad de monitoreo que emite tal que el precio de mercado de los permisos no cambie.   |
| Responder Hipótesis sobre costo-efectividad 1: Cuando el ahorro en los costos de monitoreo que logra el regulador al inducir a una firma a violar en el margen disminuyendo la probabilidad con la que la monitorea es menor que el incremento en los costos esperados de sancionar a la firma por dicha violación marginal, el costo social total de un programa que pone un techo a las emisiones agregadas de un conjunto de firmas induciendo perfecto cumplimiento es menor que el costo social total de otro programa que logra el mismo nivel de emisiones agregadas permitiendo que las firmas violen la normativa. |
| Responder Hipótesis sobre costo-efectividad 2: Los costos de un programa que tiene como objetivo poner un techo global a las emisiones agregadas de un conjunto de firmas mediante estándares a las emisiones induciendo perfecto cumplimiento no varían si el regulador diseña su política de fiscalización utilizando una multa lineal o una multa cuadrática en el nivel de violaciones.   |
| Responder Hipótesis sobre costo-efectividad 3: Cuando es óptimo inducir violaciones a todas las firmas, los costos de un programa que tiene como objetivo poner un techo global a las emisiones agregadas de un conjunto de firmas mediante estándares a las emisiones son menores si el regulador diseña su política de fiscalización utilizando una multa cuadrática con el término de primer orden igual a cero que con una multa cuadrática con el término de primer orden positivo que genera el mismo nivel de violaciones.   |
| Responder Hipótesis sobre costo-efectividad 4: El costo total de un programa que tiene como objetivo poner un techo global a las emisiones agregadas de un conjunto de firmas mediante un sistema de permisos transferibles induciendo perfecto cumplimiento con una multa marginal constante es menor que otro que logra el mismo nivel global a las emisiones con una multa cuadrática y permitiendo violaciones.   |
| Responder Hipótesis sobre costo-efectividad 5: Un sistema óptimamente diseñado de estándares a las emisiones que pone un techo global a las emisiones agregadas de un conjunto de firmas induciendo perfecto cumplimiento con una multa marginal lineal en el nivel de violaciones, es menos costoso en términos sociales que un sistema óptimamente diseñado de permisos transferibles que pone el mismo techo global a las emisiones agregadas induciendo perfecto cumplimiento con una multa marginal lineal en el nivel de violaciones.   |
| Responder Hipótesis sobre costo-efectividad 6: Un sistema óptimamente diseñado de estándares a las emisiones que induce perfecto cumplimiento con una multa marginal constante es igual de costoso en términos sociales que un sistema óptimamente diseñado de permisos transferibles que induce perfecto cumplimiento con una multa marginal constante cuando los costos en los que incurre el regulador para monitorear las emisiones de una firma son iguales para todas las firmas.   |
| Responder Hipótesis sobre costo-efectividad 7: Cuando es óptimo inducir violaciones, un sistema óptimamente diseñado de estándares a las emisiones que pone un techo global a las emisiones agregadas de un conjunto de firmas induciendo un determinado nivel de violaciones con una multa cuadrática es menos costoso en términos sociales que un sistema óptimamente diseñado de permisos transferibles que pone el mismo techo global a las emisiones agregadas induciendo un determinado nivel de violaciones con una multa cuadrática.  |
| Elaborar recomendaciones de política sobre (i) diseño costo-efectivo de la estrategia de fiscalización, y (ii) elección costo-efectiva de instrumentos de política ambiental.   |
| Publicar un número de artículos en revistas académicas arbitradas.  |
| Producir un número de Tesis del Programa Máster en Economía de la Universidad de Montevideo   |

## Resultados Esperados

| Resultados esperados | Objetivo específico asociado | Observaciones |
|----------------------|------------------------------|---------------|
|----------------------|------------------------------|---------------|

|  |   |  |
|--|---|--|
| Responder Hipótesis de Comportamiento 1      | Responder Hipótesis de comportamiento 1: Una firma neutral al riesgo cumple con la regulación si la multa marginal esperada de violarla es mayor al beneficio marginal de hacerlo, y no cumple si sucede lo contrario. Este resultado es independiente de la estructura de la función de multas (lineal o cuadrática en el nivel de violaciones) y de si la firma se encuentra bajo un sistema de estándares a las emisiones o bajo un mercado competitivo de permisos transferibles.   |  |
| Responder Hipótesis de Comportamiento 2      | Responder Hipótesis de comportamiento 2: El nivel de violación de una firma que es controlada con una función de multa cuadrática no varía si el regulador cambia el valor de los parámetros de los términos de primer y segundo orden de esta función manteniendo constante el valor de la multa. Este resultado es independiente de si la firma se encuentra bajo un sistema de estándares a las emisiones o bajo un mercado competitivo de permisos transferibles de emisión.  |  |
| Responder Hipótesis de Comportamiento 3      | Responder Hipótesis de comportamiento 3: Bajo un sistema de estándares a las emisiones el regulador puede mantener fijo el nivel de emisiones de las firmas variando el estándar y la probabilidad de monitoreo tal que el valor de la multa marginal esperada no cambie.   |  |
| Responder Hipótesis de Comportamiento 4      | Responder Hipótesis de comportamiento 4: Bajo un sistema de permisos transferibles el regulador puede mantener fijo el nivel de emisiones de las firmas variando la cantidad de permisos y la probabilidad de monitoreo que emite tal que el precio de mercado de los permisos no cambie.   |  |
| Responder Hipótesis de Costo - Efectividad 1 | Responder Hipótesis sobre costo-efectividad 1: Cuando el ahorro en los costos de monitoreo que logra el regulador al inducir a una firma a violar en el margen disminuyendo la probabilidad con la que la monitorea es menor que el incremento en los costos esperados de sancionar a la firma por dicha violación marginal, el costo social total de un programa que pone un techo a las emisiones agregadas de un conjunto de firmas induciendo perfecto cumplimiento es menor que el costo social total de otro programa que logra el mismo nivel de emisiones agregadas permitiendo que las firmas violen la normativa. |  |
| Responder Hipótesis de Costo - efectividad 2 | Responder Hipótesis sobre costo-efectividad 2: Los costos de un programa que tiene como objetivo poner un techo global a las emisiones agregadas de un conjunto de firmas mediante estándares a las emisiones induciendo perfecto cumplimiento no varían si el regulador diseña su política de fiscalización utilizando una multa lineal o una multa cuadrática en el nivel de violaciones.   |  |

|  |  |  |
|--|--|--|
| Responder Hipótesis de Costo - efectividad 3 | Responder Hipótesis de comportamiento 3: Bajo un sistema de estándares a las emisiones el regulador puede mantener fijo el nivel de emisiones de las firmas variando el estándar y la probabilidad de monitoreo tal que el valor de la multa marginal esperada no cambie.  |  |
| Responder Hipótesis de Costo - efectividad 4 | Responder Hipótesis sobre costo-efectividad 4: El costo total de un programa que tiene como objetivo poner un techo global a las emisiones agregadas de un conjunto de firmas mediante un sistema de permisos transferibles induciendo perfecto cumplimiento con una multa marginal constante es menor que otro que logra el mismo nivel global a las emisiones con una multa cuadrática y permitiendo violaciones.  |  |
| Responder Hipótesis de Costo - efectividad 5 | Responder Hipótesis sobre costo-efectividad 5: Un sistema óptimamente diseñado de estándares a las emisiones que pone un techo global a las emisiones agregadas de un conjunto de firmas induciendo perfecto cumplimiento con una multa marginal lineal en el nivel de violaciones, es menos costoso en términos sociales que un sistema óptimamente diseñado de permisos transferibles que pone el mismo techo global a las emisiones agregadas induciendo perfecto cumplimiento con una multa marginal lineal en el nivel de violaciones.  |  |
| Responder Hipótesis de Costo - efectividad 6 | Responder Hipótesis sobre costo-efectividad 6: Un sistema óptimamente diseñado de estándares a las emisiones que induce perfecto cumplimiento con una multa marginal constante es igual de costoso en términos sociales que un sistema óptimamente diseñado de permisos transferibles que induce perfecto cumplimiento con una multa marginal constante cuando los costos en los que incurre el regulador para monitorear las emisiones de una firma son iguales para todas las firmas.  |  |
| Responder Hipótesis de Costo - efectividad 7 | Responder Hipótesis sobre costo-efectividad 7: Cuando es óptimo inducir violaciones, un sistema óptimamente diseñado de estándares a las emisiones que pone un techo global a las emisiones agregadas de un conjunto de firmas induciendo un determinado nivel de violaciones con una multa cuadrática es menos costoso en términos sociales que un sistema óptimamente diseñado de permisos transferibles que pone el mismo techo global a las emisiones agregadas induciendo un determinado nivel de violaciones con una multa cuadrática. |  |

|   |  |  |
|---|--|--|
| <p>Producir y diseminar recomendaciones de política respecto a (i) el diseño costo-efectivo de la estrategia de fiscalización, y (ii) la elección costo-efectiva de instrumentos de política ambiental. Las mismas se incluirán en los documento de trabajo que se produzcan como consecuencia de este proyecto, los que mandaremos a publicar en revistas académicas arbitradas.</p> | <p>Elaborar recomendaciones de política sobre (i) diseño costo-efectivo de la estrategia de fiscalización, y (ii) elección costo-efectiva de instrumentos de política ambiental.</p> |  |
| <p>Publicar un número de artículos en revistas académicas arbitradas</p>  | <p>Publicar un número de artículos en revistas académicas arbitradas.</p>  |  |
| <p>Producir un numero de Tesis del Programa Máster en Economía de la Universidad de Montevideo. Se espera contratar como asistentes de este proyecto a dos estudiantes del Master de Economía de la Universidad de Montevideo. Se espera que con la base de datos generada por este proyecto estos estudiantes puedan realizar sus respectivas tesis de maestría.</p>                 | <p>Producir un número de Tesis del Programa Máster en Economía de la Universidad de Montevideo</p>   |  |

## Metodología y Plan de Trabajo

### Estrategia de investigación y metodología: Justificación de la metodología:

Para este proyecto se plantea el diseño y la conducción de experimentos de laboratorio. El cumplimiento de los objetivos de este proyecto requerirá del testeo de hipótesis consecutivas, cada una de las cuales actuará como un bloque de conocimiento o punto de comparación previo y necesario para el testeo de la siguiente.

Los experimentos consisten en una metodología más que desarrollada en las ciencias sociales. En el campo de la economía, ya han dado lugar incluso a un premio Nobel a uno de sus pioneros. Los experimentos constituyen una herramienta única para testear ex - ante las hipótesis producidas por la teoría económica sobre el comportamiento de los individuos.

Siguiendo a Davis y Holt (1993), resaltamos las siguientes ventajas que significa responder las hipótesis planteadas en este proyecto mediante el diseño y conducción de experimentos. En primer lugar, permite la generación en un ambiente controlado de los datos necesarios para testear las hipótesis de interés. En contraposición, la alternativa de recolectar datos sobre el fenómeno de interés en el mundo real tiene el inconveniente que esos datos se generan en ambientes no controlados, donde los comportamientos observados están siendo afectados no solo por cambios en las variables de interés, sino por otras variables fuera del control de científico, alguna de ellas no observables. Siempre uno puede recolectar datos de la realidad y desarrollar técnicas econométricas que controlen por otras variables y por la endogeneidad (en los estudios econométricos sobre el efecto de la fiscalización sobre las firmas el problema de endogeneidad típico es que las firmas que más contaminan pueden ser las que más inspecciones reciben). Pero ninguna variable instrumental para controlar por la endogeneidad es perfecta. Con experimentos estos problemas se minimizan, aunque no desaparecen, por supuesto.

Otro problema de la alternativa de recolectar datos de fenómenos económicos naturales es que quizás no exista en la realidad el suceso natural que permita testear la hipótesis de interés. En el caso de este proyecto, por ejemplo, sería difícil de encontrar ejemplos de programas de control de la contaminación bajo estándares y permisos transferibles que sean comparables, donde las estrategias de fiscalización estén diseñadas óptimamente, se hayan aplicado al mismo conjunto de firmas, o a dos conjuntos de firmas en un mismo sitio.

Un problema más radica en la calidad de los datos que uno puede recoger de fenómenos naturales. Las empresas pueden sub-reportar emisiones al regulador, el regulador puede no estar interesado en liberar toda la información necesaria, etc. (Hace exactamente dos años que Marcelo Caffera está esperando datos en poder de la IMM sobre efluentes industriales en Montevideo para desarrollar una investigación financiada por el IDRC y SIDA, a través del programa LACEEP, por ejemplo).

Aparte de ser herramientas que permiten generar datos en ambientes controlados para testear las hipótesis de interés, los experimentos también permiten replicabilidad

Descripción de la Metodología:

Se diseñarán experimentos para testear las hipótesis de interés. En los experimentos los sujetos deberán decidir cuánto producir de un determinado bien genérico. El ejercicio se plantea de esta forma para evitar efectos de enmarcamiento por actitudes hacia el medio ambiente. La producción de este bien le reporta al individuo una ganancia denominada en pesos experimentales (estos pesos experimentales se cambian al final del experimento por pesos uruguayos reales a una determinada tasa de cambio). Cuantas más unidades decide producir más ingreso recibe. Sin embargo, si el sujeto opera bajo un sistema de estándares, se verá enfrentado a un límite máximo posible fijado por ley del nivel de su producción. El sujeto puede decir no cumplir con este límite. Al final de cada periodo de decisión, el sujeto se va a ver enfrentado a la posibilidad de recibir una inspección con una probabilidad conocida previamente anunciada que verifica sin error si el sujeto cumplió o no con el límite máximo de producción al que está sujeto. En caso de que no haya cumplido se le multa con una cantidad de dinero experimental de acuerdo a una función pre determinada y conocida. Su ganancia neta de cada período entonces está compuesta por sus ingresos por producción menos sus egresos por multas, en caso de ser auditado y encontrado incumpliendo la normativa. El nivel de las ganancias individuales, nivel de producción, incumplimientos de cada individuo no es compartido con el resto de los jugadores.

Si el jugador opera bajo un sistema de permisos transferibles, deberá decidir simultáneamente en cada período cuanto producir y cuantos permisos comprar (cada permiso le habilita a producir una unidad del bien). Al principio de cada round del experimento, se le dará al individuo una cantidad de pesos experimentales y una cantidad de permisos (gratis). El individuo puede decidir no comprar una cantidad de permisos igual a su nivel de producción. El mercado de permisos funcionará como un mercado de oferta doble, donde los sujetos oferentes y demandantes harán ofertas. En este caso se enfrenta a la posibilidad de recibir una inspección con probabilidad conocida y preanunciada, la que sin error determina si el nivel de producción es mayor que el número de permisos que posee y en tal caso le aplica una multa en pesos experimentales. La información sobre cantidad de producción y permisos en posesión de cada individuo no es compartida con el resto de los sujetos.

El esquema de los experimentos es siempre el descrito arriba, excepto que además de variar el instrumento (permisos versus estándares), se variará el nivel de los estándares, la cantidad de permisos entregados, el nivel de la probabilidad de monitoreo y la estructura de la multa. Estas cuatro variables definirán los distintos tratamientos. Además se correrán tratamientos que servirán como puntos de comparación con los tratamientos de interés. Estos serán tratamientos en que los sujetos no tienen la posibilidad de violar la normativa.

Cada experimento consiste en 10 o 12 rounds idénticos en cuanto a su tratamiento y de aproximadamente 5 minutos de duración. Se planea trabajar con grupos de 8 sujetos, lo que comúnmente se considera como un grupo lo suficientemente grande.

Los experimentos se desarrollarán en el laboratorio de informática de la Universidad de Montevideo situado en su sede de Prudencio de Pena, donde funciona la Facultad de Ciencias Empresariales y Economía y el Departamento de Sistemas. Para el desarrollo de los experimentos se contratará a técnicos informáticos, idealmente pertenecientes al Departamento de Sistemas de la Universidad de Montevideo para que estén familiarizados y puedan asistir durante los experimentos sin problemas en caso de problemas en el laboratorio. De todas maneras, no es necesario que los técnicos que nos asistan con el desarrollo y la aplicación del software sean funcionarios del Departamento de Sistema de la Universidad de Montevideo.

Los estudiantes serán reclutados de la población de estudiantes universitarios de Montevideo. Se colgarán avisos en los centros de enseñanza (con el debido permiso) y se

construirá una página web donde aquellos estudiantes interesados en participar se podrán registrar. Luego se contactará típicamente por correo electrónico a un sub-conjunto de los estudiantes anotados para ser entrenados. De este sub-conjunto de estudiantes entrenados se seleccionará el conjunto de estudiantes que participará en los experimentos definitivos. Sería interesante reclutar un número de industriales o jefes de plantas de tratamiento de industrias de Montevideo. Sin embargo, no podemos asegurar hoy que lo haremos ya que no hemos hecho los contactos. Un problema radica en que el costo de oportunidad de estos individuos es mucho más alto que el de los estudiantes.

## Cronograma de Ejecución de Actividades

| Nro.   | Actividad  | Hito | Año 1 |   |   |   |   |   | Año 2 |   |   |   |   |   |   |
|--|--|------|-------|---|---|---|---|---|-------|---|---|---|---|---|---|
|  |  |      | 1     | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 1     | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |   |
| 1  | Diseño de los experimentos   | Si   | x     | x | x |   |   |   |       |   |   |   |   |   |   |
| Consiste en: calibración de las funciones de beneficios de las empresas, las funciones de multas, determinar el numero de tratamientos, el numero de sesiones, etc. También consiste en la redacción de las instrucciones para los participantes y otros posibles cuestionarios.         |  |      |       |   |   |   |   |   |       |   |   |   |   |   |   |
| 2  | Desarrollo del software  | Si   |       |   |   | x |   |   |       |   |   |   |   |   |   |
| Durante este bimestre contrataremos y asistiremos a los técnicos en computación para el desarrollo del software que utilizaremos en los experimentos.  |  |      |       |   |   |   |   |   |       |   |   |   |   |   |   |
| 3  | Testeo del Software, experimentos piloto, y reclutamiento de los estudiantes | Si   |       |   |   |   | x |   |       |   |   |   |   |   |   |
| Durante este bimestre testaremos el software en el laboratorio de informática de la Universidad de Montevideo. También correremos algunos experimentos piloto para testear el diseño de los experimentos. Por último, realizaremos en este bimestre el reclutamiento de los estudiantes. |  |      |       |   |   |   |   |   |       |   |   |   |   |   |   |
| 4  | Entrenamiento de los estudiantes   | Si   |       |   |   |   |   | x |       |   |   |   |   |   |   |
| 5  | Realización de los Experimentos  | Si   |       |   |   |   |   |   | x     | x |   |   |   |   |   |
| 6  | Analisis Econométrico de los Resultados - Testeo de Hipótesis                | Si   |       |   |   |   |   |   |       |   | x | x |   |   |   |
| 6  | Redacción de los artículos y envío a publicación                             | Si   |       |   |   |   |   |   |       |   |   |   |   | x | x |

## Referencias Bibliográficas y/o Técnicas

**Referencias bibliográficas:** Alpízar, F., T. Requate y A. Schram (2004). "Collective versus Random Fining: An Experimental Study on Controlling Non-Point Pollution", *Environmental and Resource Economics*, 29: 231-252.

Anderson, L. R. y S. L. Stafford (2003). "Punishment in a regulatory setting: Experimental Evidence from the VCM", *Journal of Regulatory Economics* 24: 91 - 110.

Anderson, L. R. y S. L. Stafford (2006). "Does Crime Pay? A Classroom Demonstration of Monitoring and Enforcement", *Southern Economic Journal*, 72: 1016 - 1025.

Arguedas C (2008) To comply or not to comply? Pollution standard setting under costly monitoring and sanctioning. *Environmental and Resource Economics* 41:155-168

Becker GS (1968) Crime and punishment: an economic approach. *Journal of Political Economy* 76: 169-217

Bowles, S. (2004). *Microeconomics: Behavior, Institutions, and Evolution*. Princeton University Press.

Caffera, M. y C. Chávez (2010). "The Cost-Effective Choice of Policy Instruments to Cap Aggregate Emissions with Costly Enforcement". Documento de trabajo enviado a *Environmental and Resource Economics*.

Cason, T. N. y L. Gangadharan (2006). Emissions variability in tradable permits market with imperfect enforcement and banking". *Journal of Economic Behavior and*

Organization, 61: 199 - 216.

Chávez CA, Villena MC, Stranlund JK (2009) The choice of policy instruments to control pollution under costly enforcement and incomplete information. *Journal of Applied Economics* 12: 207 - 227

Davis, D. D. y C. A. Holt (1993). *Experimental Economics*. Princeton University Press.

Ledyard, John O. (1995) "Public Goods: A Survey of Experimental Research", in *The Handbook of Experimental Economics*, John Kagel y Alvin Roth (eds.), Princeton University Press.

Malik, A. (1990). "Markets for Pollution Control when Firms are Noncompliant", *Journal of Environmental Economics and Management* 18: 97 - 106.

Malik, A (1992) Enforcement Cost and the Choice of Policy Instruments for Controlling Pollution. *Economic Inquiry* 30: 714-721.

Murphy, J. J. y J. K. Stranlund (2006). "Direct and market effects of enforcing emissions trading programs: An experimental analysis", *Journal of Economic Behavior and Organization*, 61: 217 - 233.

Murphy, J. J. y J. K. Stranlund (2007). "A laboratory investigation of compliance behavior under tradable emissions rights: Implications for targeted enforcement", *Journal of Environmental Economics and Management*: 53: 196 - 212.

Stranlund JK (2007) The regulatory choice of noncompliance in emissions trading programs. *Environmental and Resource Economics* 38:99-117

Stranlund, J. K., J. J. Murphy y J. M. Spraggon (2008). "Imperfect Enforcement of Emissions Trading and Industry Welfare: A Laboratory Investigation, documento de trabajo sin publicar.

Torgler, B. (2007). *Tax compliance and tax morale. A theoretical and empirical analysis*. Edward Elgar Publishing.

# Contribuciones e impactos del proyecto

## Contribuciones del Proyecto:

a) Contribuciones en el avance del conocimiento: El proyecto hará un aporte en esta materia porque, como se dijo anteriormente, proveerá de evidencia experimental a un conjunto de resultados teóricos recientes que apuntan a una de las cuestiones centrales de la economía ambiental: la costo - efectividad relativa de estándares versus permisos transferibles. (O en términos más generales, la costo - efectividad relativa de los instrumentos prescriptivos y los instrumentos no económicos). Todos los resultados teóricos sobre la costo efectividad relativa de estándares versus permisos recién reseñados dependen de dos cuestiones: (1) el impacto que distintas estructuras de la función de multa tiene sobre el comportamiento de las firmas, y (2) el nivel de información que el regulador posea sobre los costos (heterogéneos) de abatimiento de emisiones de las firmas. Los costos de abatimiento determinan de manera directa cuánto debe monitorear y qué estándar le debe fijar a cada firma el regulador en el caso de un programa basado en estándares, y de manera indirecta (a través del precio de mercado de los permisos) cuánto debe monitorear a cada firma en el caso de un programa de permisos. Ninguno de los dos aspectos ha sido testeado en un laboratorio. Este proyecto apuntar a empezar a llenar esta brecha en nuestro conocimiento, haciendo especial énfasis en el impacto que distintas combinaciones de políticas óptimas de fiscalización e instrumentos tienen sobre el costo social de programas de control de las emisiones.

El proyecto también aporta en cuanto a que plantea dicha comparación con políticas de fiscalización óptimamente diseñadas (á la Stranlund (2007) y Cafferá y Chávez, (2010). Ninguno de los experimentos anteriores calibra los parámetros de su política de fiscalización (y los estándares, en el caso de estándares) tal que éstos minimizan los costos sociales del programa de control de emisiones.

b) Contribuciones del proyecto en cuanto a formación de recursos humanos: El proyecto planea la contratación de dos asistentes de investigación, los cuales serán seleccionados de la población de estudiantes del Máster de Economía de la Universidad de Montevideo. Para los estudiantes, el proyecto significará una oportunidad única de construir experiencia de investigación en el área de la economía experimental y la economía ambiental. El objetivo último de la participación de los estudiantes es que éstos puedan realizar sus tesis de maestría en el marco de este proyecto, con la tutoría del Responsable del Proyecto.

c) Otras contribuciones: El proyecto contribuirá en términos generales a la generación de capacidad para la realización de experimentos de laboratorio en el área de economía a nivel nacional.

**Estrategia de difusión y transferencia de resultados:** Los resultados de la investigación propuesta en este proyecto serán divulgados mediante documentos de trabajo y artículos publicados en revistas académicas arbitradas, tesis de maestría. El Responsable Científico de este proyecto se compromete a escribir un documento de política en castellano, no técnico, sobre las conclusiones y principales recomendaciones de política que se desprendan de este proyecto.

Por último, los documentos de trabajo que se produzcan como resultado de este proyecto se presentarán en el congreso bi anual de la Asociación de Economistas Ambientales y de Recursos Naturales de América Latina y el Caribe, a realizar en México en 2011, y en la reunión anual de la Asociación de Economistas Ambientales y de Recursos Naturales de EE.UU o en el congreso anual de la Asociación Europea de Economistas Ambientales y de Recursos Naturales.

## Propiedad y uso de los resultados

|            |                            |                      |
|------------|----------------------------|----------------------|
| Resultados | Factibilidad de protección | Forma de apropiación |
|------------|----------------------------|----------------------|

## Recursos para la ejecución del proyecto

### Investigador a contratar - Asistente de Investigación

**Rol:** Investigador a contratar

**Dedicación al proyecto (Hs. semanales):** 1

**Descripción de las tareas a desarrollar en el Proyecto:** Los asistentes serán contratados básicamente para el momento de correr los experimentos. De todas maneras participarán durante todo el proyecto ya que estos asistentes serán reclutados de la población de estudiantes del Máster de Economía de la Universidad de Montevideo (o de la población de interesados en comenzar el Máster de Economía en la Universidad de Montevideo) que tengan un interés en formarse en Economía Ambiental. El objetivo principal de su participación es que construyan experiencia de investigación y realicen su tesis con datos generados por los experimentos del proyecto. Por esta razón es que en promedio tiene una dedicación horaria semanal remunerada al proyecto que es baja.

### Investigador a contratar - Asistente de Investigación 2

**Rol:** Investigador a contratar

**Dedicación al proyecto (Hs. semanales):** 1

**Descripción de las tareas a desarrollar en el Proyecto:** Los asistentes serán contratados básicamente para el momento de correr los experimentos. De todas maneras participarán durante todo el proyecto ya que estos asistentes serán reclutados de la población de estudiantes del Máster de Economía de la Universidad de Montevideo (o de la población de interesados en comenzar el Máster de Economía en la Universidad de Montevideo) que tengan un interés en formarse en Economía Ambiental. El objetivo principal de su participación es que construyan experiencia de investigación y realicen su tesis con datos generados por los experimentos del proyecto. Por esta razón es que en promedio tiene una dedicación horaria semanal remunerada al proyecto que es baja.

### CAFFERA COLLAZO, Marcelo Federico

**Rol:** Responsable Científico

**Documento:** C.Identidad 1992403-5

**Sexo:** Masculino

**Pais de residencia:** Uruguay

**Institución o empresa:** Institución

**Tipo institución:** Privada

**Institución nivel 1 y 2:** Universidad de Montevideo - Facultad de Ciencias Empresariales y Economía

**Institución nivel 3:** Departamento de Economía

**Cargo actual:** Profesor y Director Departamento Economía

**Carga horaria:** 50

**Dirección laboral:** Prudencio de Pena 2440

**Departamento/Estado/Provincia:** Montevideo

**Ciudad:** Montevideo

**Código postal:** 11600

**Teléfono:** 7074461 interno 308

**Fax:** 7074461 interno 325

**E-mail:** marcaffera@um.edu.uy

**Dedicación al proyecto (Hs. semanales):** 25

**Descripción de las tareas a desarrollar en el Proyecto:** Co-investigador principal

**Chávez Rebolledo, Carlos**

**Rol:** Investigador

**Documento:** Pasaporte 9545383K

**Sexo:** Masculino

**Pais de residencia:** Chile

**Institución o empresa:** Institución

**Tipo institución:** Privada

**Institución nivel 1 y 2:**

**Institución nivel 3:**

**Cargo actual:** Profesor Titular

**Carga horaria:** 40

**Dirección laboral:** Universidad de Concepción, Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas, Departamento de Economía, Victoria 471-Barrio Universitario

**Ciudad:** Concepción

**Código postal:**

**Teléfono:** 56-41-2204503 ó 56-41-2203067

**Fax:** 56 - 41 - 2254591

**E-mail:** cchavez@udec.cl

**Dedicación al proyecto (Hs. semanales):** 10

**Descripción de las tareas a desarrollar en el Proyecto:** Co investigador

**Otros recursos**

La Universidad de Montevideo cuenta en su sede de Prudencio de Pena 2440 con dos laboratorios de informática, equipados con 25 y 30 computadoras cada uno. Las características de los equipos y demás instalaciones son más que suficientes para permitir correr experimentos allí. La única excepción a esto último es la no disponibilidad de paneles entre las terminales (PCs) del laboratorio que impidan que los sujetos puedan observar los monitores o rostros de otros jugadores. Es precisamente para evitar esto que planteamos la necesidad de invertir en la compra e instalación de estos paneles divisorios entre las PCs, para asegurarnos que las decisiones serán individuales.

# Presupuesto - Recursos Humanos

## Personal Técnico

| Nombre  | Categoría     | Dedicación al Proyecto |       | Total          |                  |                  |
|---|---------------|------------------------|-------|----------------|------------------|------------------|
|   |               | Hs semanales           | Meses | ANII           | Otros            | Total            |
| <b>Responsable Científico y Co-responsable Científico</b> |               |                        |       |                |                  |                  |
| CAFFERA COLLAZO, Marcelo Federico                         | I CATEGORIA   | 25                     | 24    | 378.000        | 972.000          | 1.350.000        |
| <b>Investigadores</b>                                     |               |                        |       |                |                  |                  |
| Investigador a contratar - Asistente de Investigación     | III CATEGORIA | 0                      | 0     | 0              | 30.000           | 30.000           |
| Investigador a contratar - Asistente de Investigación 2   | III CATEGORIA | 0                      | 0     | 0              | 30.000           | 30.000           |
| <b>Personal Técnico de Apoyo</b>                          |               |                        |       |                |                  |                  |
| <b>Total Personal (\$U)</b>                               |               |                        |       | <b>378.000</b> | <b>1.032.000</b> | <b>1.410.000</b> |

## Profesores visitantes

| Nombre                           | Función | Institución | Dedicación (días/viaje) | Viáticos |          | Pasajes  |          | Total    |
|----------------------------------|---------|-------------|-------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|
|                                  |         |             |                         | ANII     | Otros    | ANII     | Otros    |          |
| <b>Total P. Visitantes (\$U)</b> |         |             |                         | <b>0</b> | <b>0</b> | <b>0</b> | <b>0</b> | <b>0</b> |

## Consultores

| Nombre                         | Función | Dedicación |       | ANII     | Otros    | Total    |
|--------------------------------|---------|------------|-------|----------|----------|----------|
|                                |         | Hs/sem.    | Meses |          |          |          |
| <b>Total Consultores (\$U)</b> |         |            |       | <b>0</b> | <b>0</b> | <b>0</b> |

## Presupuesto - Capacitación

| Nombre                          | Actividad | Institución | País | Fec. inicio | Dur. (sem.) | Dedic. (Hs/sem.) | Matrícula | ANII     | Otros    | Total    |
|---------------------------------|-----------|-------------|------|-------------|-------------|------------------|-----------|----------|----------|----------|
| <b>Total Capacitación (\$U)</b> |           |             |      |             |             |                  |           | <b>0</b> | <b>0</b> | <b>0</b> |

## Presupuesto - Pasajes

| Destino  | Nombre          | Tipo de documento (CI/Pasaporte) | Nº            | ANII          | Otros    | Total         |
|--|-----------------|----------------------------------|---------------|---------------|----------|---------------|
| Concepción, Chile  | Marcelo Caffera | CI                               | 19924035      | 10.000        | 0        | 10.000        |
| Montevideo   | Carlos Chávez   | Pasaporte                        | 9 545 383 - K | 10.000        | 0        | 10.000        |
| Montevideo   | Carlos Chávez   | Pasaporte                        | 9 545 383 - K | 10.000        | 0        | 10.000        |
| Concepción   | Marcelo Caffera | Pasaporte                        | 19924035      | 10.000        | 0        | 10.000        |
| Ciudad de Mexico   | Marcelo Caffera | Pasaporte                        | 19924035      | 24.000        | 0        | 24.000        |
| Ciudad europea donde se realice el congreso (EAERE 2012) | Marcelo Caffera | Pasaporte                        | 19924035      | 28.000        | 0        | 28.000        |
| <b>Total Pasajes (\$U)</b>                               |                 |                                  |               | <b>92.000</b> | <b>0</b> | <b>92.000</b> |

## Presupuesto - Viáticos y estadías

| Destino           | Nombre personas que viajan | Descripción actividad   | Duración (días) | ANII   | Otros | Total  |
|-------------------|----------------------------|---|-----------------|--------|-------|--------|
| Concepción, Chile | Marcelo Caffera            | Trabajar con Carlos Chávez en el diseño de los experimentos   | 15              | 24.000 | 0     | 24.000 |
| Montevideo        | Carlos Chávez              | Trabajar con Marcelo Caffera en el diseño de los experimentos   | 7               | 7.875  | 0     | 7.875  |
| Montevideo        | Carlos Chávez              | Trabajar presencialmente con Marcelo Caffera en la corrida de los experimentos                                  | 15              | 16.875 | 0     | 16.875 |
| Concepción, Chile | Marcelo Caffera            | Trabajar con carlos Chávez: análisis de los datos resultantes de los experimentos                               | 7               | 11.200 | 0     | 11.200 |
| Ciudad de Mexico  | Marcelo Caffera            | Presentación de resultados del proyecto en Congreso de la Asociación Latinoamericana de Economistas Ambientales | 7               | 11.200 | 0     | 11.200 |

|   |                 |   |   |               |          |               |
|---|-----------------|---|---|---------------|----------|---------------|
| Ciudad europea donde se realice el congreso anual de la Asociación Europea EAERE 2012 | Marcelo Caffera | Presentación de los resultados del proyecto en congreso anual de la Asociación de Economistas Ambientales | 7 | 18.200        | 0        | 18.200        |
| <b>Total Viajes y Estadías (\$U)</b>  |                 |   |   | <b>89.350</b> | <b>0</b> | <b>89.350</b> |

## Presupuesto - Servicios

| Descripción del servicio a contratar y justificación  | Nombre del proveedor  | Fecha de inicio | Período o duración | ANII           | Otros    | Total          |
|---|---|-----------------|--------------------|----------------|----------|----------------|
| Un tecnico en informatica para el desarrollo del software con el que correremos los experimentos en el laboratorio. El software será diseñado especialmente para este proyecto. | Preferentemente un técnico del Departamento de Sistemas de la Universidad de Montevideo | 01/01/2011      | 2 Meses            | 60.000         | 0        | 60.000         |
| Pago a estudiantes reclutados por experimentos (entrenamiento y experimentos finales)   | Estudiantes universitarios de la ciudad de Montevideo                                   | 01/05/2011      | 6 Meses            | 200.000        | 0        | 200.000        |
| <b>Total Servicios (\$U)</b>  |   |                 |                    | <b>260.000</b> | <b>0</b> | <b>260.000</b> |

## Presupuesto - Adecuación Edilicia

| Detalle de obras a realizar y justificación  | ANII          | Otros    | Total         |
|--|---------------|----------|---------------|
| Paneles separadores: Se comprarán y se instalarán paneles alrededor de las PCs en el laboratorio para que los individuos que participan en los experimentos no puedan observar las decisiones de los demás en las pantallas u hojas sobre los escritorios, y para que tampoco puedan comunicarse por señas u otro mecanismo. | 16.000        | 0        | 16.000        |
| <b>Total Adecuación Edilicia (\$U)</b>   | <b>16.000</b> | <b>0</b> | <b>16.000</b> |

## Presupuesto - Equipamiento laboratorio

| Cantidad                                    | Descripción detallada de los equipos y justificación | Función | Procedencia o proveedor | ANII     | Otros    | Total    |
|---|--|---------|-------------------------|----------|----------|----------|
| <b>Total Equipamiento Laboratorio (\$U)</b> |  |         |                         | <b>0</b> | <b>0</b> | <b>0</b> |

## Presupuesto - Otros equipos

| Cantidad                         | Descripción detallada de los equipos y justificación  | Función     | Procedencia o proveedor | ANII          | Otros    | Total         |
|----------------------------------|---|-------------|-------------------------|---------------|----------|---------------|
| 1                                | Una laptop nueva. Justificación: el Responsable del Proyecto tiene una laptop del año 2005 (cuya compra fue financiada por el FCE 2004). La idea es ganar productividad con una maquina más potente y rápida. | Adquisición |                         | 40.000        | 0        | 40.000        |
| <b>Total Otros Equipos (\$U)</b> |   |             |                         | <b>40.000</b> | <b>0</b> | <b>40.000</b> |

## Presupuesto - Material Bibliográfico

| Cantidad                                  | Descripción del material | ANII     | Otros    | Total    |
|---|--------------------------|----------|----------|----------|
| <b>Total Material Bibliográfico (\$U)</b> |                          | <b>0</b> | <b>0</b> | <b>0</b> |

## Presupuesto - Materiales e Insumos

| Cantidad                                | Descripción del material | ANII     | Otros    | Total    |
|---|--------------------------|----------|----------|----------|
|   |                          | 0        | 0        | 0        |
| <b>Total Materiales e Insumos (\$U)</b> |                          | <b>0</b> | <b>0</b> | <b>0</b> |

## Presupuesto - Software

| Cantidad                    | Descripción detallada del software y justificación | ANII     | Otros    | Total    |
|-----------------------------|--|----------|----------|----------|
|                             |  | 0        | 0        | 0        |
| <b>Total Software (\$U)</b> |  | <b>0</b> | <b>0</b> | <b>0</b> |

## Presupuesto - Vinculación a redes de información

| Cantidad                 | Descripción detallada | ANII     | Otros    | Total    |
|--------------------------|-----------------------|----------|----------|----------|
|                          |                       | 0        | 0        | 0        |
| <b>Total Redes (\$U)</b> |                       | <b>0</b> | <b>0</b> | <b>0</b> |

## Presupuesto - Promoción y difusión

| Cantidad | Descripción detallada de la actividad | ANII     | Otros    | Total    |
|----------|---------------------------------------|----------|----------|----------|
|          | <b>Total Prom. y Difusión (\$U)</b>   | <b>0</b> | <b>0</b> | <b>0</b> |

## Presupuesto - Protección propiedad intelectual

| Características | ANII     | Otros    | Total    |
|-----------------|----------|----------|----------|
|                 | <b>0</b> | <b>0</b> | <b>0</b> |

## Presupuesto - Imprevistos

| Descripción  | ANII          | Otros    | Total         |
|--|---------------|----------|---------------|
| No he conseguido aún el presupuesto de la adecuación edilicia planteada. Lo que puse (\$16.000) es un estimativo. Pueden surgir imprevistos en otros rubros también. | 22.400        | 0        | 22.400        |
| <b>Total Imprevistos (\$U)</b>   | <b>22.400</b> | <b>0</b> | <b>22.400</b> |

## Presupuesto - Gastos de Administración

| Descripción  | ANII          | Otros    | Total         |
|--|---------------|----------|---------------|
| Gasto de Administración del Proyecto por parte de personal Administrativo Contable de la Universidad de Montevideo | 47.250        | 0        | 47.250        |
| <b>Total Gastos de Administración (\$U)</b>  | <b>47.250</b> | <b>0</b> | <b>47.250</b> |

## Presupuestos por rubro y por fuente de financiamiento

| Rubros             |  | ANII           | Otros aportes    | Costo Total (\$U) |
|--------------------|--|----------------|------------------|-------------------|
| 07                 | Personal Técnico                       | 378.000        | 1.032.000        | 1.410.000         |
| 15                 | Profesores Visitantes                  | 0              | 0                | 0                 |
| 08                 | Consultores                            | 0              | 0                | 0                 |
| 09                 | Capacitación                           | 0              | 0                | 0                 |
|                    | Pasajes                                | 92.000         | 0                | 92.000            |
| 11                 | Viáticos y Estadías                    | 89.350         | 0                | 89.350            |
| 10                 | Servicios                              | 260.000        | 0                | 260.000           |
| 01                 | Adecuación Edilicia                    | 16.000         | 0                | 16.000            |
| 02                 | Equipamiento Laboratorio               | 0              | 0                | 0                 |
| 03                 | Otros Equipos                          | 40.000         | 0                | 40.000            |
| 04                 | Material Bibliográfico                 | 0              | 0                | 0                 |
| 05                 | Materiales e Insumos                   | 0              | 0                | 0                 |
| 06                 | Software                               | 0              | 0                | 0                 |
| 16                 | Vinculación a redes de información     | 0              | 0                | 0                 |
| 17                 | Promoción y Difusión                   | 0              | 0                | 0                 |
| 12                 | Protección de la Propiedad Intelectual | 0              | 0                | 0                 |
| 14                 | Imprevistos                            | 22.400         | 0                | 22.400            |
| 18                 | Gastos de Administración               | 47.250         | 0                | 47.250            |
| <b>Total (\$U)</b> |  | <b>945.000</b> | <b>1.032.000</b> | <b>1.977.000</b>  |

## Cronograma de ejecución financiera

| Rubro                     | Año 1   |         | Año 2   |         |
|---------------------------|---------|---------|---------|---------|
|                           | Sem. 1  | Sem. 2  | Sem. 1  | Sem. 2  |
| Adecuación Edilicia       | 0       | 16.000  | 0       | 0       |
| Otros Equipos             | 40.000  | 0       | 0       | 0       |
| Personal Técnico          | 352.500 | 352.500 | 352.500 | 352.500 |
| Servicios                 | 0       | 260.000 | 0       | 0       |
| Viáticos y estadías       | 31.875  | 16.875  | 11.200  | 29.400  |
| Imprevistos               | 0       | 22.400  | 0       | 0       |
| Gastos por Administración | 11.812  | 11.812  | 11.812  | 11.812  |
| Pasajes                   | 20.000  | 10.000  | 10.000  | 52.000  |

## Otros aspectos del proyecto

**Impacto ambiental:** El Proyecto NO está comprendido en la Ley 16.466 ni en el Decreto 349/005

**Aspectos éticos:** Para los experimentos propuestos se plantea reclutar estudiantes universitarios en Montevideo. La participación de estos estudiantes es voluntaria. Los experimentos propuestos son simulaciones de los marcos regulatorios que se quieren investigar en los que los estudiantes deberán tomar decisiones respecto a cuanto producir y cuanto cumplir con la normativa), y eventualmente contestar una encuesta. Los estudiantes ganarán dinero en efectivo al terminar el experimento (esto se hace para asegurar que los estudiantes se tomen seriamente las decisiones que hacen en los experimentos). Nada en los experimentos pone en riesgo a los estudiantes en ningún momento. Estos pueden abandonar el experimento en cualquier momento. Toda la información individual que se genere en los experimentos así como cualquier otra información que el participante nos brinde será mantenida de manera confidencial.