



UNIVERSIDAD
TORCUATO DI TELLA

UNIVERSIDAD TORCUATO DI TELLA

DEPARTAMENTO DE ECONOMÍA

MAESTRÍA EN ECONOMÍA APLICADA

Impacto de las Ciclovías en Argentina

Alumno: Maria Elena Araneo – 13N515

Tutor: Prof. Hernan Ruffo

Fecha: Mayo 2016

Impacto de las Ciclovías en Argentina

Resumen

Desde hace unos años, las inversiones en ciclovías están en auge. Sin embargo, pocos de los resultados de estas inversiones son analizadas mediante evaluaciones de impacto, creando conocimiento clave para los generadores de políticas públicas. Está claro que las ciclovías son obras de bajo presupuesto y rápida ejecución, pero es ésta la mejor solución al problema de la congestión en las ciudades? Es éste el fin último de este tipo de inversiones? Será mejor invertir en otro tipo de proyecto? Este trabajo revisa la literatura existente y analiza los datos disponibles para la Argentina (Ciudad de Rosario), concluyendo que el costo-beneficio de las ciclovías es efectivo, alcanzando resultados considerablemente positivos respecto a la disminución de la emisión de CO₂, reducción en los tiempos de viaje, mejoras en la salud y disminución en los accidentes en las vías públicas.

Palabras Clave: Ciclovía, Evaluación de Impacto, Políticas Públicas, Costo-Beneficio, Gases de Efecto Invernadero, Salud, Accidentes viales.

Contenido

INTRODUCCIÓN.....	3
MÉTODOS.....	6
EXPERIENCIAS INTERNACIONALES.....	7
EXPERIENCIA ARGENTINA	20
RESULTADOS.....	36
CONCLUSIONES	38
REFERENCIAS	40

INTRODUCCIÓN

En este trabajo se llevó a cabo un estudio profundo de las ventajas que ofrecen los sistemas de ciclovías a nivel mundial y en particular en ciudades de la Argentina.

Las definiciones de ciclovía y bisisenda pueden variar ligeramente, pero generalmente cuando uno se refiere a una ciclovía se refiere a un área de la calzada o calle destinado a las bicicletas. Las mismas están delimitadas por pintura, y algunas veces tienen una separación física. Las bisisendas, por el contrario, se encuentran sobre la vereda y no tienen una separación física.

Es importante recalcar que las ciclovías son una mejor solución ya que las mismas proveen una infraestructura donde el ciclista puede desplazarse de forma rápida y segura, sin invadir el espacio de los peatones. En una bisisenda se molesta a los mismos y la velocidad de desplazamiento debe ser mucho menor para no poner en riesgo la seguridad de los peatones.

Las ciclovías son importantes porque las mismas ofrecen un lugar seguro por donde los ciclistas pueden circular de forma rápida. Esto es especialmente importante para personas que están comenzando a utilizar la bicicleta como modo de transporte por primera vez, es decir cuando se genera el cambio modal. Además, las ciclovías mejoran el ordenamiento del tránsito ya que los automovilistas no tienen que estar tan pendientes de los movimientos realizados por los ciclistas ni pasarlos cambiándose de carril.

La implementación de una red de ciclovías es crucial para un futuro donde la bicicleta se masifique como modo de transporte. Esto se logra conectando diferentes ciclovías para permitir un desplazamiento seguro de los ciclistas a través de la ciudad. Las ciclovías en avenidas juegan un papel muy importante en esto, ya que las mismas se colocan en el cantero central trayendo la ventaja de no haber giros a la izquierda. Por ejemplo, más adelante mencionaremos la ciclovía de la Avenida Avellaneda en Rosario¹. Además, las avenidas están generalmente más iluminadas y hay más movimiento en las mismas, lo que las hace más seguras ante robos para los ciclistas.

Si bien las inversiones en ciclovías son cada vez más frecuentes en América Latina, no lo son necesariamente sus respectivas evaluaciones de impacto. Tras revisar exhaustivamente toda la literatura disponible al respecto, podemos concluir que existen varios estudios acerca de la influencia de las ciclovías en el aumento en el uso de las bicicletas lo que se traduce en una mejora de la salud y disminución de accidentes. Sin embargo, los estudios acerca de la influencia en la disminución de la contaminación atmosférica son escasos en América Latina. Por este motivo el objetivo principal de este estudio es ver el impacto de las ciclovías en la disminución de las emisiones de gases de efecto invernadero que provocan la contaminación atmosférica en nuestras ciudades.

Tras esta introducción, el texto se organiza en 4 partes: (i) primero, se señalan los métodos utilizados internacionalmente para medir el efecto de las ciclovías en la disminución de la contaminación atmosférica, (ii) luego se exponen diferentes experiencias internacionales (Chile, Estados Unidos (California, Los Ángeles y Nueva York), Nueva Zelanda, Unión Europea, Dinamarca y España, (iii) luego se menciona la experiencia argentina y se generan los cálculos

¹ Ver Anexo I: Plano de Ciclovías de Rosario.

siguiendo la metodología antes expuesta; (iv) por último se exponen los resultados obtenidos y las conclusiones principales.

Así, para empezar se analizaron distintas evaluaciones realizadas en diferentes ciudades y de interés a este trabajo. El transporte urbano es una estrategia clave en la integración de los quintiles de ingreso más bajos a los servicios urbanos, empleo y oportunidades en educación. Por estos motivos es fundamental su análisis a fin de tener herramientas que nos permitan definir políticas públicas eficaces y eficientes dado los recursos, siempre escasos, que tengamos a disposición. En la revisión de la literatura se intentó tener una muestra variada en cuanto a los tipos de ciudades evaluadas, ya sea por ubicación geográfica, tamaño de la ciudad y de su población, estado anterior de las ciclovías o inexistencia de las mismas, entre otros criterios. Este análisis global nos permitió entender con mayor profundidad las inversiones realizadas y sus distintos impactos en cuanto a la salud, recreación, deporte, movilidad, cuidado del medio ambiente y disminución del tráfico. Así esta revisión global nos permitió entender mejor la problemática entorno a las ciclovías, que se busca mejorar con este tipo de inversiones y cuál es el costo-beneficio de las mismas en distintas regiones. También pudimos analizar a través de estas experiencias internacionales las lecciones aprendidas en distintos rincones del mundo, replicables a distintas realidades, entre ellos la realidad Argentina.

Si bien en la Argentina existen algunos estudios preliminares sobre la temática, fue importante complementar esta primera aproximación con los estudios realizados en otras partes del mundo, sobre todo en relación a los costos y cálculos de costo-efectividad en la reducción de las emisiones de CO₂.

Un muy buen punto de partida internacional es el estudio de “Biciudades 2013: estudio regional acerca del uso de la bicicleta como medio de transporte en América Latina y el Caribe.”² El mismo concluye que la demanda de programas y apoyo es alta en las ciudades de la región, sin embargo hay una diferencia sustancial entre las ciudades emergentes y las más grandes, en términos de esfuerzos e inversión oficial. Por este motivo es importante analizar y comparar ciudades que tengan similares características en cuanto a su población y posibles mecanismos de financiación.

Esta primera parte revisa así la implementación de diversas medidas en torno al incentivo en el uso de las bicicletas como modo de transporte, tanto en América del Norte, como en Europa, Oceanía y América del Sur y sus consecuencias. Este primer ejercicio permitió esclarecer el enfoque a aplicar en el análisis de impacto de las ciclovías construidas en la ciudad de análisis. En general, estas diversas evaluaciones de impacto de las ciclovías arrojan algunas conclusiones significativas y similares a lo analizado luego para la ciudad de Rosario. Al tener mayor claridad en que datos resultan imprescindibles para este tipo de evaluaciones, se puede dilucidar que datos estarían faltando relevar por parte de las autoridades competentes y que resultan ser de suma importancia para promover decisiones de inversión sustentables a nivel municipal, provincial o nacional.

² Ver American University School of International Service y el BID (2013). “Biciudades 2013: estudio regional acerca del uso de la bicicleta como medio de transporte en América Latina y el Caribe.”

En la segunda parte se llevó a cabo un análisis de datos, en particular de la ciudad de Rosario, Argentina. Esta ciudad fue beneficiaria de una donación del Banco Mundial³ en el año 2008 dentro del Global Environment Facility⁴ cuyos principales objetivos eran (i) reducir las emisiones de CO2 incrementando el uso de modos de transporte más limpios y menos intensivos en el uso de energía; (ii) inducir cambios en las políticas públicas a favor de políticas de transporte sustentables. Cuatro ciudades metropolitanas fueron pre identificadas para participar en el proyecto GEF para Argentina: Tucumán, Rosario, Córdoba y Posadas. La selección de proyectos específicos a ser financiados dentro de estas áreas metropolitanas resultaron de la evaluación de la solidez de las propuestas de las ciudades, evaluados en base a criterios de calidad técnica, capacidad local, compromiso y apoyo político. Finalmente, la donación fue repartida en varios proyectos, estudios y obras llevados a cabo en las ciudades de Rosario, Córdoba, Tucumán y Posadas. En cuanto a las salvaguardas ambientales cabe mencionar que las obras tuvieron impactos ambientales negativos menores y localizados y ningún proyecto requirió reasentamiento involuntario. Esta donación tuvo un monto global de 3.88 millones de dólares, de los cuales más de 1.5 millones fueron invertidos en Rosario.

Si bien varias ciudades fueron beneficiarias de esta donación, la Municipalidad de Rosario demostró un alto compromiso y capacidad de respuesta, y por ende arroja datos más exactos que nos permiten analizar la inversión realizada en la misma pero también definir ciertas tendencias en los efectos y costo-beneficio en la construcción de ciclovías.

Para terminar, se definen las conclusiones acerca del costo-beneficio en este tipo de inversiones y se proponen ciertas política públicas en torno a esta temática consideradas adecuadas. Para alcanzar estas conclusiones, se analizaron los resultados de la sección de “Métodos” para así poder determinar si las inversiones en ciclovías tienen sentido desde un punto de vista costo-beneficio o si sería mejor utilizar esos mismos recursos en otro tipo de inversiones cuyos resultados podrían llegar a ser más significativos. Es importante tener en cuenta y valorar el factor tiempo, ya que este tipo de obras de baja complejidad son de construcción rápida, lo que permite entregar soluciones de corto plazo. Al final de cuentas, lo importante es establecer un Plan de Transporte Urbano Integral, que ataque el problema por varios frentes, permitiendo una solución global a la población. Las lecciones aprendidas en diferentes estudios también son importantes y deben ser tenidas en cuenta. Ninguna política aislada es suficiente ni tiene sentido, de ahí la importancia de contar con una planificación estratégica basada en diversos análisis previos, para lo cual es fundamental establecer un sistema de recolección de datos sistemático y confiable.

³ Donación TF-09304 – Banco Mundial - GEF

⁴ GEF Sustainable Transport and Air Quality Program (STAQ Program).

MÉTODOS

A los fines de medir las reducciones de CO2 como efecto directo de la construcción de ciclovías, vamos a utilizar una metodología internacionalmente aceptada y que los propios organismos multilaterales utilizan a la hora de medir el impacto de sus propias inversiones.

La metodología consiste en 5 partes:

1. Primero se calcula el número de usuarios de las ciclovías reales por día y por modo, antes y después de la intervención.

$$\begin{aligned} & (\text{Conteo}) \times (\text{Ocupación}) \times (\text{Factor de Expansión diario}) \\ & = \text{Número de usuarios diarios por modo} \end{aligned}$$

2. Luego, se calcula el aumento en el uso de la bicicleta directamente atribuibles a la nuevas ciclovías a través de un proceso de dos partes.

- i) Primero se calcula el crecimiento en el uso global de ciclovía o tasa de disminución.

$$\frac{(\text{Total usuarios por día en año de estudio}) - (\text{Total usuarios por día en línea de base})}{(\text{Total usuarios por día en línea de base})}$$

= Crecimiento en el uso de la ciclovía o tasa de disminución

- ii) Luego, se calcula el crecimiento de usuario de bicicleta o disminución directamente atribuibles a las nuevas ciclovías.

$$\begin{aligned} & (\text{Usuarios diarios en año de estudio}) - (\text{Usuarios diarios en línea de base}) \\ & + \text{tasa de crecimiento o disminución en el uso de la ciclovía} \\ & = \text{Variación directamente atribuible a la nueva ciclovía} \end{aligned}$$

3. La tercera parte consiste en calcular la predicción para el año de estudio en el uso modal de no haber instalado ciclovías. Esta parte también se subdivide en etapas, en este caso 3.

- i) Primero se suprimen los conteos de ciclistas del año de la línea de base y se vuelve a calcular la nueva cuota modal.

- ii) Después se redistribuyen los nuevos ciclistas entre todos los modos que no son ciclistas a través del siguiente cálculo:

$$\begin{aligned} & (\text{Cifras reales modales año de estudio}) \\ & + (\text{Conteo directamente atribuible a la nueva ciclovía}) \end{aligned}$$

$$\times \text{Cuota modal porcentual del año línea de base sin ciclovías} = \text{Ocupación modal}$$

iii) Por último, se calculan los usuarios multiplicando los usuarios del año línea de base por la tasa de crecimiento o disminución del uso de la ciclovía.

4. En la cuarta parte se calcula para el año de estudio el número real vs. previsto en cuanto a las emisiones de CO₂.

Con el fin de calcular el real vs. el previsto en las emisiones de CO₂, tenemos que multiplicar cada cuota modal (por real y previsto) por:

- i) Longitud media de viaje por modo de transporte
- ii) Promedio de emisiones por modo de transporte (g / km)
- iii) Factor de expansión anual (330 días).

Luego se divide esta suma por 1.000.000 para convertirlo en toneladas. Por último añadimos el resultado de cada modo para calcular las emisiones totales anuales de CO₂.

5. En la última parte se calcula el impacto económico global.

Así, calculamos el ahorro global de costos, multiplicando las emisiones de CO₂ anuales totales (para los datos reales y previstos) por el coste de CO₂ promedio de 30 USD por tonelada de CO₂⁵. Esto nos da el impacto económico global.

Para el caso de Argentina, utilizaremos esta misma metodología⁶, a efectos de poder tener unos datos comparables con las demás experiencias internacionales y poder analizar el impacto económico global para el país.

EXPERIENCIAS INTERNACIONALES

Se revisaron más de 20 antecedentes internacionales que apuntan a la búsqueda de metodologías para la estimación de beneficios asociados al uso de la bicicleta e implementación de ciclovías.

La bicicleta posee una amplia aceptación por parte de los usuarios, ya que se considera un modo de transporte ecológico, rápido y económico, principalmente. Su mayor aceptación se encuentra en los segmentos de personas que usan bus, ya que frente a las demoras y largos viajes que realizan cotidianamente, aparece como una buena alternativa siempre y cuando se den ciertas condiciones tales como:

- Tener buenas ciclovías: seguras, exclusivas, conectadas entre sí.
- Tener infraestructura en los lugares de destino: duchas y estacionamiento de bicicletas.
- Poder contar con espacio para combinar el uso de la bicicleta con otros modos de transporte.

⁵ Los valores sociales de carbono recomendados por el Banco Mundial en dólares por tonelada métrica de CO₂ equivalente para el 2015 es de 30 USD.

⁶ Ver apartado "Experiencia Argentina" de este paper.

- Tener posibilidad de subirla al metro o bus.
- Contar con una cultura de la bicicleta: tener normas explícitas y contar con puntos de ayuda y seguridad.
- Contar con incentivos por parte del estado para que las empresas promuevan el uso de la bicicleta por parte de sus trabajadores.

En particular, de la revisión de experiencia internacional, se encontró evidencia que la estimación de beneficios por la introducción de infraestructura para bicicleta incluye aspectos más allá del cambio modal y los tiempos de viaje. Si bien estos últimos son los más abordados, metodologías de evaluación en otros países tienen en consideración otros aspectos tales como contaminación, salud y accidentes.

Tras un análisis a nivel internacional de diferentes estudios en torno a la implementación de las ciclovías, pasaremos a resumir estas experiencias en un cuadro.

A. Experiencia Santiago de Chile⁷

La Subsecretaría de Transportes de Santiago de Chile, a través de su Programa de Vialidad y Transporte Urbano, SECTRA, llamó a licitación pública para contratar la ejecución del estudio "Análisis y Evaluación del Plan Maestro de Ciclovías del Gran Santiago". El Plan Maestro de Ciclovías para el Gran Santiago, actualizado en el año 2011, está conformado por 874 km de extensión de ciclovías en la ciudad.

En las encuestas llevadas a cabo en el Gran Santiago, ante la jerarquización de las razones por las que no se usa la bicicleta se observa en usuarios de automóvil que la primera barrera corresponde al temor de accidentes (28%) y la carencia de ciclovías (21%).

Los principales hallazgos entre los usuarios de automóvil y bus respecto al potencial uso de la bicicleta como modo de transporte son favorables, ya que si bien hoy una mínima fracción (2% a 3%) la usa con este fin, la gran mayoría (sobre el 87%) está abierto a considerar su uso si se dieran ciertas condiciones, en particular la existencia de ciclovías a mayor escala en Santiago (sobre 24%).

Este estudio es relevante en relación a la importancia de la infraestructura de las ciclovías, pero no profundiza en cuanto a los beneficios ambientales basados en la reducción de km recorridos en modos motorizados. Únicamente estima beneficios ambientales asociados al aumento de viajes en bicicleta producto de la implementación de las ciclovías y concluye que el beneficio anual asociado a la disminución de contaminantes de efecto invernadero (CO₂ equivalente) es de casi 40.000 USD.

El análisis concluye por tanto que no existe evidencia sobre un sesgo negativo en contra de la bicicleta sino más bien destaca que la principal barrera tiene que ver con la carencia de infraestructura y la sensación de inseguridad por accidentes y robos. Para dar solución a estos temas, el Plan Maestro aportará más kilómetros de ciclovías segregadas y mayor iluminación y seguridad vial. Por último se observa que el proyecto es socialmente rentable en todos los

⁷ Ver SECTRA (Chile) (2013). Análisis y Evaluación del Plan Maestro de Ciclovías del Gran Santiago.

escenarios evaluados, lo que nos habla sobre su robustez en términos de los beneficios que entrega a la sociedad.

Por su parte, el otro estudio sobre la zona verde para el transporte en Santiago⁸ señala que la bicicleta es una de las formas más eficientes de transporte para distancias cortas. Para viajes de hasta 5 kilómetros de largo, el ciclismo es mejor que caminar, que los autobuses públicos, metro y vehículos de pasajeros. La promoción de la bicicleta traerá muchos beneficios colaterales tales como una menor contaminación local, menos contaminación por ruido, menos congestión, mayor apreciación de los espacios públicos y una mejor accesibilidad, entre otros.

Una de las iniciativas de la Municipalidad de Santiago es la promoción del uso de la bicicleta a través de tres acciones: (i) Diseño de carriles para bicicletas; (ii) Programa para compartir bicicletas; (iii) Actividades comerciales que usan vehículos no motorizados.

El coste de esta iniciativa se estima en 1,371,400 USD y la reducción de las emisiones estimada para esta iniciativa es de 5,200 (t CO₂) en 10 años.

B. Experiencia en California⁹

La Universidad de California (UCLA) estudia en el paper *“Cost-Effectiveness of Reductions in Greenhouse Gas Emissions from California High-Speed Rail and Urban Transportation Projects”*, el costo-efectividad en diferentes opciones de inversión de transporte de pasajeros y compara el costo-efectividad en las previsiones de reducción de emisiones en el carril rápido californiano con las estimaciones en proyectos de transporte urbano más recientes, tales como las ciclovías.

Este estudio concluye que los proyectos de transporte urbano más recientes generan reducciones en las emisiones de manera más económica que el carril rápido. Así el Orange Line Bicycle Path¹⁰ produce ahorro en las emisiones pero también es un proyecto económico (ahorro estimado en 3.670 USD por tonelada de emisión reducida). En cuanto al cambio modal proveniente de automóviles, el mismo se estima en 4,49% y el análisis del valor neto presente (VPN) del Orange Line es extremadamente sensible a los costos financieros netos y las emisiones netas en los primeros años. Los costos de construcción son relativamente bajos en relación al ahorro de costos para los usuarios y la reducción en las emisiones.

Este tipo de información ayuda sin duda a priorizar inversiones pero no hay que perder de vista que el costo por el cual un proyecto puede reducir una tonelada de emisiones no debería ser el único criterio para evaluar un proyecto de transporte. Todos los proyectos producen efectos secundarios y muchos generan beneficios diferentes a la reducción de emisiones, como por ejemplo en la salud. A los fines de priorizar correctamente una posible inversión, habrá que tener en cuenta todos los beneficios y efectos secundarios potenciales.

⁸ Ver Embajada Británica Santiago, UK (2011). Santiago Transport Green Zone.

⁹ Ver J.M. Matute and M.V. Chester (2014). Cost-Effectiveness of Reductions in Greenhouse Gas Emissions from California High-Speed Rail and Urban Transportation Projects.

¹⁰ Todos los datos relativos al Orange Line Pathway provienen de un estudio realizado por Los Angeles County Metropolitan Transportation Authority (2011)

En el caso de California, los 3 proyectos de transporte urbano evaluados requirieron una inversión de capital inicial con el fin de obtener futuras reducciones en las emisiones a un costo neto negativo por tonelada métrica. Por tanto, se podría concluir que a lo largo del tiempo, las inversiones en el transporte público fomentaran el cambio modal de automóvil a los nuevos sistemas, generando así ahorros tanto económicos como en las emisiones. De no existir esta inversión inicial en transporte público, nos encontraremos con un futuro aun focalizado en el uso del automóvil y sus elevados costos aparejados. Desde un punto de vista legislativo, cabe destacar que el estado de California trata de equilibrar las inversiones a fin de lograr metas en cuanto a reducciones de las emisiones a la vez que intenta balancear los efectos secundarios.

C. Experiencia en Los Ángeles¹¹

La autoridad del transporte metropolitano de Los Ángeles está llevando a cabo una variedad de estrategias sostenibles para maximizar la eficiencia, acceso, seguridad y rendimiento del transporte y reducir al mínimo el consumo de energía, contaminación y la generación de residuos.

Las estrategias analizadas y sus costos por toneladas¹² de emisión reducida son:

Tabla 1 – Estrategias analizadas y costos¹³

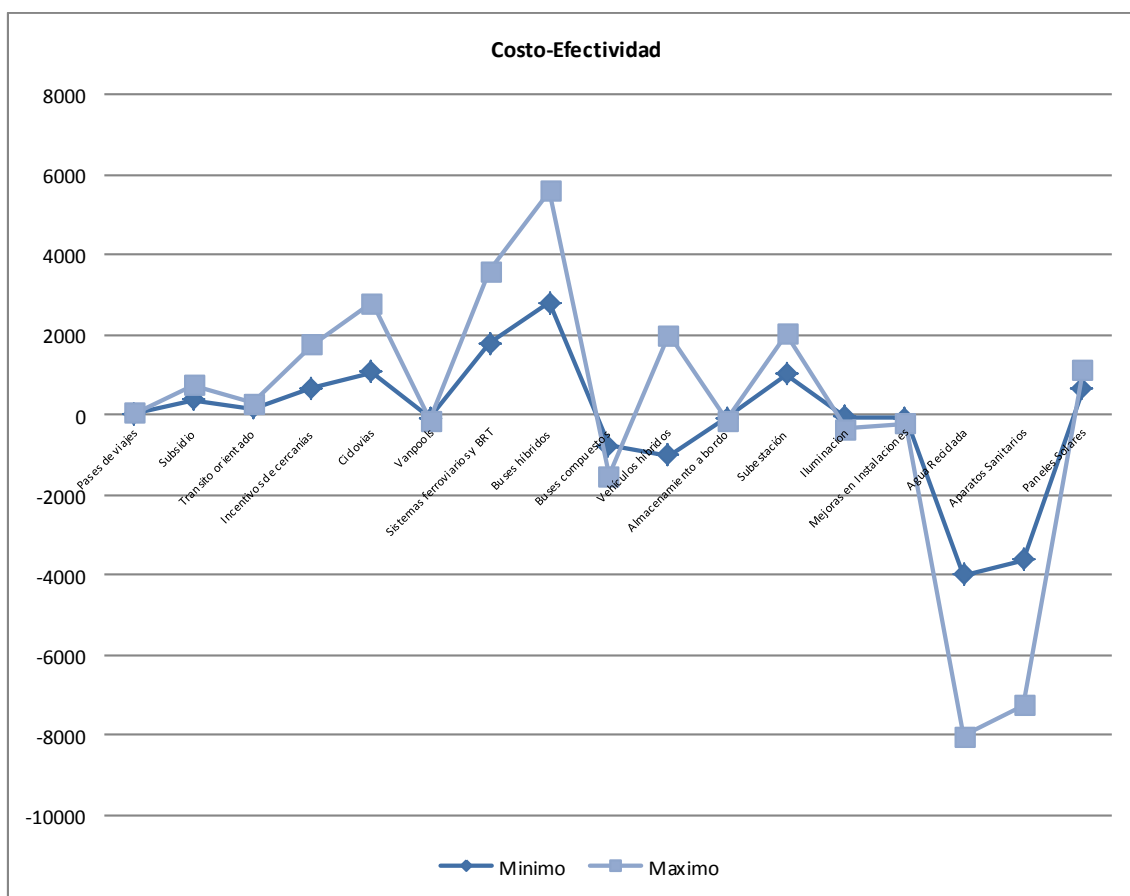
Estrategia	Costo-Efectividad
Programas de pasajes de viajes para los empleados de Los Ángeles	30 USD/tonelada
Programa de subsidio a los empleados del Metro	380 USD/tonelada
Transito orientado al desarrollo	153 USD/tonelada
Incentivos de cercanías bici-transporte publico	661 a 1.111 USD/tonelada
Ciclo vías	1.068 a 1.727 USD/ tonelada
Vanpools	-67 USD/tonelada
Ampliar sistemas ferroviarios y BRT	1.800 USD/tonelada
Buses híbridos de gasolina y electricidad	2.796 USD/tonelada
Buses compuestos (45 pies)	-757 USD/tonelada
Vehículos híbridos	-1.000 a 3.000 USD/tonelada
Almacenamiento a bordo de la energía de frenado regenerativo	-70 USD/tonelada
Subestación con cuneta de almacenamiento de energía (WESS)	1.010 USD/tonelada
Renovación de iluminación en la Línea Roja del túnel	-41 a -291 USD/tonelada
Mejoras de las instalaciones de iluminación	-69 a -143 USD/tonelada
Agua reciclada para lavado de buses	-4.007 USD/tonelada
Aparatos sanitarios de bajo consumo	-3.627 USD/tonelada
Paneles solares	640 USD a 483 USD/tonelada

¹¹ Ver Los Angeles County Metropolitan Transportation Authority (2010). Greenhouse Gas Emissions Cost Effectiveness Study.

¹² Cuando los costos aparecen en negativo significan ahorros en lugar de costos.

¹³ Ver Los Angeles County Metropolitan Transportation Authority (2010). Greenhouse Gas Emissions Cost Effectiveness Study.

Gráfico 1 – Estrategias analizadas y costos



Para las estrategias que dan como resultado un ahorro neto (cifra negativa), el ratio costo-efectividad puede ser engañoso y no debe ser usado para comparar distintas estrategias. En particular, no debiéramos asumir que una estrategia con una relación USD / tonelada "más negativa" que otra es necesariamente mejor. Consideremos, por ejemplo, dos estrategias que cada una ahorra 1.000 USD/tonelada. La estrategia A elimina 10 toneladas de emisiones, mientras que la estrategia B elimina 20 toneladas de emisiones. En este caso, la estrategia B es preferible, a pesar de que el costo-efectividad (-50 USD / tonelada) está más cerca de cero que la de estrategia A (-100USD / tonelada).

Para llevar a cabo una comparación de estrategias, el costo de cada estrategia se evalúa en un valor presente neto (VPN) base, con costos futuros descontados al 5 %. Una tasa del 5 % refleja el costo histórico de los préstamos para los gobiernos locales, y el uso de este tipo de descuento es consistente con muchos otros estudios sobre el costo-efectividad en la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero.

Las estrategias más deseables son las que logran un ahorro neto y ofrecen grandes reducciones en las emisiones de gases de efecto invernadero. El estudio concluye que las ciclovías tienen un costo neto por tonelada de CO₂ de entre 1000 USD y 1750 USD. Esto significa un alto costo (>1000 USD por tonelada) y un beneficio en las emisiones moderado (entre 1000 y 10.000 MtCO₂e/año). Los resultados presentados pueden encauzar futuras decisiones sobre inversiones en estrategias sustentables.

Como mencionamos anteriormente, las decisiones para apoyar cualquier estrategia en particular deben hacerse sobre la base de una evaluación global de todos los posibles beneficios, costos y efectos secundarios, en lugar de tener en cuenta únicamente los impactos en los gases de efecto invernadero.

D. Experiencia en Nueva York¹⁴

El estudio de Bjorn Carey revela que los pasajeros en taxis, autobuses y automóviles inhalan sustancialmente más contaminación que los ciclistas y peatones.

Los ciclistas se mueven principalmente en los bordes exteriores de la calle, donde los niveles de contaminación son más bajos y por este motivo inhalan sustancialmente menos contaminantes. Este estudio es trascendente ya que reafirma la teoría en torno a los beneficios de andar en bicicleta no solo por el ejercicio físico efectuado sino también por el hecho de inhalar menos contaminación.

E. Experiencia en Nueva Zelanda¹⁵

El objetivo del estudio de Lindsay G, Macmillan A. y Woodward A., New Zeland (2011) fue estimar los efectos sobre la salud, contaminación del aire y gases de efecto invernadero en viajes cortos (≤ 7 km) que se llevaron a cabo en bicicleta en lugar de en auto.

Si bien este estudio se centra más bien en los efectos sobre la salud, es relevante analizar que el cambio modal del 5% de los vehículos al ciclismo reduciría aproximadamente 223 millones kilómetros/vehículos por año, ahorrando alrededor de 22 millones de litros de combustible y reduciendo las emisiones de efecto invernadero relacionadas con el transporte en un 0,4%. Los efectos sobre la salud incluirían cerca de 116 muertes evitadas cada año como resultado del aumento de la actividad física, 6 muertes evitadas debido a la disminución en la contaminación del aire local por emisiones de los vehículos, y un adicional de 5 muertes evitadas de ciclistas en accidentes de tráfico. En términos económicos, incluyendo únicamente las muertes evitadas y calculando con el valor estadístico de una vida proporcionado por el Ministerio de Transporte de Nueva Zelanda, los efectos sobre la salud generados por un cambio modal del 5% representan un ahorro neto de 140 millones USD por año.

Por tanto, los beneficios sobre la salud del cambio modal de autos a bicicletas son muy superiores a los costos generados por lesiones en accidentes de tráfico.

El estudio concluye con la idea de que las políticas de transporte que fomentan el uso de la bicicleta ayudarán a reducir la contaminación del aire y las emisiones de efecto invernadero, mejorando la salud pública.

¹⁴ Ver Stanford University - Bjorn Carey (2006). Article "Less Pollution on City Sidewalks than Streets".

¹⁵ Ver Lindsay G, Macmillan A. y Woodward A., New Zeland (2011). Moving urban trips from cars to bicycles: impact on health and emissions.

F. Experiencia en la Unión Europea (Irlanda, Dublín)¹⁶

El paper “Cycling, the ahead for towns and cities” estudia diferentes aspectos en torno al ciclismo en Europa, entre otros el kilometraje en bicicleta en los distintos países de la Unión Europea y las nuevas actitudes frente al uso de este medio de transporte:

Tabla 2 – Datos de la Unión Europea¹⁷

	Belgium	Denmark	Germany	Greece	Spain	France	Ireland	Italy	Luxembourg	Netherlands	Austria	Portugal	Finland	Sweden	United Kingdom
1996 Sales	425 000	415 000	4 600 000	240 000	610 000	2 257 000	120 000	1 550 000	20 000	1 358 000	630 000	380 000	230 000	420 000	2 100 000
Bicycle stocks	5 000 000	5 000 000	72 000 000	2 000 000	9 000 000	21 000 000	1 000 000	25 000 000	178 000	16 000 000	3 000 000	2 500 000	3 000 000	4 000 000	17 000 000
Cycles/1 000 inhab.	495	980	900	200	231	367	250	440	430	1010	381	253	596	463	294
Bicycle use according to the 1991 Eurobarometer (only people more than 15 years of age) – Austria, Finland, Sweden: non members in 1991															
Regular cyclists (at least once or twice a week)	28,9%	50,1%	33,2%	7,5%	4,4%	8,1%	17,2%	13,9%	4,1%	65,8%	-	2,6%	-	-	13,6%
Occasional cyclists (1-3 times per month)	7%	8%	10,9%	1,8%	3,9%	6,3%	4%	6,8%	9,7%	7,2%	-	2,8%	-	-	0,8%
Total number of cyclists cycling at least 1-3 times per month	2 947 000	2 489 000	29 585 000	779 000	2 613 000	6 584 000	553 000	9 900 000	44 000	9 031 000	-	430 000	-	-	6 727 000
Bicycle use expressed in km (1995, the entire population, including those aged less than 15)															
km per inhabitant and per year	327	958	300	91	24	87	228	168	40	1019	154	35	282	300	81

Source: Eurobarometer 1991 (UITP); Transport demand of modes not covered by international statistics, 1997, DG VI/UITP/ECF.

De las ciudades analizadas en el estudio, es destacable el caso de Dublín. 11% de las personas que van a trabajar en Dublín señalan que la bicicleta es su principal modo de transporte. 5% de todos los desplazamientos se realizan en bicicleta, muy similar al 5,3% de la ciudad de Rosario¹⁸. Las estadísticas indican que el uso de la bicicleta se redujo entre 1987 y 1991, pero luego el objetivo opuesto se fijó, en particular, duplicar el uso de la bicicleta para alcanzar un nivel de 10% durante un período de 10 años.

Un estudio de mercado indicó que el 18% de los habitantes de Dublín dijo estar listos para el uso de la bicicleta de forma regular, siempre y cuando se desarrollaran instalaciones para los ciclistas¹⁹. Además, el 16% de los dublineses que ocasionalmente utilizan la bicicleta indicaron que la utilizarían más a menudo de haber mayores instalaciones para los ciclistas. Un total de 34% de la población está a la espera de que la administración tome medidas para favorecer el ciclismo. Esto demuestra una clara demanda expectante de futuras instalaciones tales como ciclovías.

Para intensificar el ciclismo, el Ministerio de Transporte en Dublín encargada de establecer políticas públicas para la movilidad dentro de la ciudad, ha llevado a cabo un estudio sobre la red de ciclovías y ha logrado la aprobación de un presupuesto anual de 3 millones de euros para apoyar un plan de cinco años de construcción de 120 km de rutas de ciclismo. En 1996 y 1997, 50 km de caminos adecuados para el ciclismo fueron construidos. Además, tienen el objetivo de alcanzar que el 15% de plazas de estacionamiento para autos sean para bicicletas en estacionamientos públicos.

¹⁶ Ver European Cyclists Federation (2011). Cycle more often 2 cool down the planet. Quantifying CO2 savings of cycling.

¹⁷ Ver European Commission (1999). Cycling, the ahead for towns and cities.

¹⁸ Datos del Ente de Movilidad de Rosario - <http://www.emr.gov.ar/>

¹⁹ Ver página 7 de este estudio para ver el tipo de instalaciones habitualmente deseadas por los ciclistas.

Por su parte, entre 1990 y 2007, las emisiones de gases de efecto invernadero por el transporte en la UE aumentó en un 36 %, mientras que las emisiones de gases de efecto invernadero en otros sectores disminuyeron en un 15 % durante el mismo período. Por este motivo, la mitigación del cambio climático se centra principalmente en las políticas públicas en torno al transporte. Se espera que en 2050, la UE haya alcanzado una reducción de sus emisiones de gases de efecto invernadero por un valor de 80 a 95 % en comparación con los niveles de 1990 . En consecuencia, el sector del transporte tendrá que reducir sus emisiones en aproximadamente el 60 %. Al evaluar los diferentes modos de transporte, vemos que la bicicleta permite el mayor ahorro en los gases de efecto invernadero. Aunque no es un modo de transporte libre de carbono, sus emisiones son 10 veces menores que las derivadas del transporte motorizado individual.

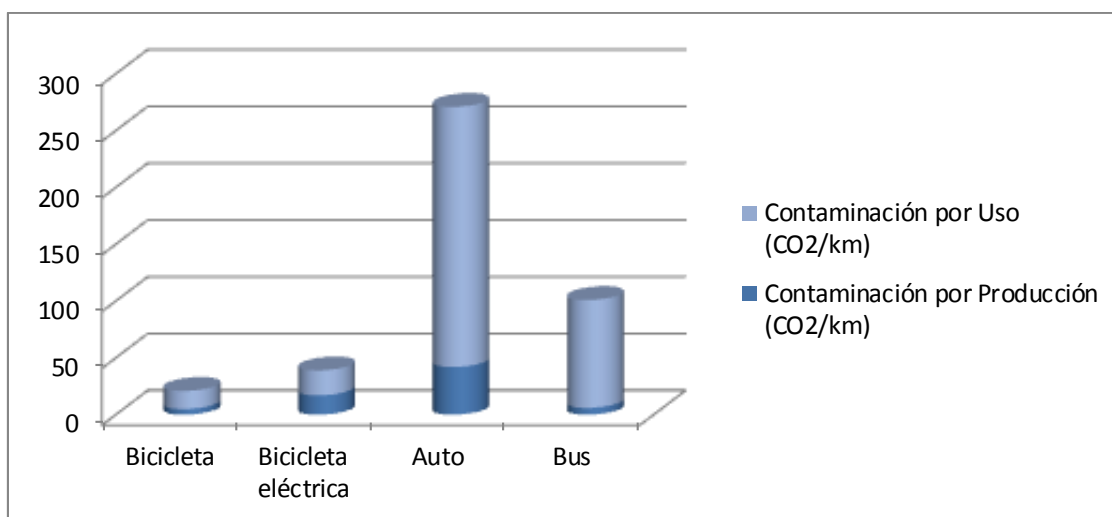
Considerar la bicicleta como la opción de cero emisiones es claramente engañoso con respecto a su producción. Los gases de efecto invernadero están vinculados a la extracción y producción de la materia prima necesaria en la fabricación de una bicicleta. Bajo el supuesto de que la bicicleta en promedio pesa 19.9kg, se compone de 14,6 kg de aluminio, 3,7 kg de acero y 1,6 kg de caucho, tiene una vida útil de 8 años y cubre una distancia de 2.400 kilómetros por año. Con estos supuestos, se estima que la producción y mantenimiento de una bicicleta genera aproximadamente 5 gramos de CO₂ /km. En cuanto al uso de la bicicleta, si tenemos en cuenta que en la UE la ingesta diaria de kilocalorías es 3466 y que la comida tiene un impacto de 1,83 toneladas CO₂ al año por persona, esto coloca las kilocalorías en 1,44 g CO₂. Por lo tanto el "combustible " del ciclista puede ser estimado en 16 gramos de CO₂ / km.

Luego calcula la producción de bicicletas eléctricas estimada en 17 gramos de CO₂ /km y su uso, 22 gramos de CO₂ / km. En cuanto a los autos, su producción se estima en 42 gramos de CO₂/km y su uso en 229 gramos de CO₂/km, por pasajero. La producción de los buses se estima en 6 gramos de CO₂/km y su uso en 95 gramos de CO₂/km, por pasajero.

Tabla 3 – Contaminación por medio de transporte²⁰

Medio Transporte	Contaminación por Producción (CO ₂ /km)	Contaminación por Uso (CO ₂ /km)	Contaminación Total (CO ₂ /km)
Bicicleta	5	16	21
Bicicleta eléctrica	17	22	39
Auto	42	229	271
Bus	6	95	101

²⁰ Ver European Cyclists Federation (2011). Cycle more often 2 cool down the planet. Quantifying CO₂ savings of cycling.

Gráfico 2 – Contaminación por medio de transporte

Suponiendo que todos los viajes en bicicleta de otro modo serían hechos en auto, los viajes en bicicleta ahorrarían un total de 24 millones de toneladas de CO2 equivalente. En la práctica sin embargo, esto no sería el caso. Por lo tanto, cuando se utilizan las siguientes proporciones: bus 42%, auto 32% y caminar 26%, el uso de la bicicleta ahorra 11 millones de toneladas de CO2.

En el marco del Protocolo de Kyoto, los 15 países de la Unión Europea acordaron reducir colectivamente sus emisiones de gases de efecto invernadero en promedio un 8% , o alcanzar una reducción colectiva de 341 Mt CO2e. Con el nivel de ciclismo de la Unión Europea en 71 mil millones de kilómetros en el año 2000, la contribución de la bicicleta representa un 3 al 6 % de la cuota comprometida por la Unión Europea en el marco del Protocolo de Kyoto.

Si la cuota modal de ciclismo de la Unión Europea llega a la cuota modal de Dinamarca en 2050, esto representaría 490 mil millones kilómetros por año o ahorros entre 63 y 142 millones de toneladas de CO2e por año, lo que se traduce en el 12 al 26 % de la reducción objetivo fijado para el sector transporte.

Además de los avances tecnológicos e innovaciones, el logro de los objetivos de la Unión Europea requerirán planes ambiciosos que prevén un cambio modal del transporte motorizado individual hacia otros modos más ecológicos. Las bicicletas tienen el potencial requerido para contribuir a ese cambio modal tan necesario.

G. Experiencia en Dinamarca²¹

En Dinamarca las carreteras principales han tenido tradicionalmente ciclovías físicamente separadas de la calzada y del pavimento con el fin de mejorar la seguridad de los ciclistas. En las carreteras secundarias por lo general no se toman medidas especiales para el uso de las bicicletas, aunque en zonas residenciales ciertas medidas para disminuir el tráfico si se emplean a menudo.

²¹ Ver Cycling will improve environment and health. 2002, Dinamarca.

Han habido grandes discusiones en el país en torno al tipo de infraestructura a implementar: ciclovías o más baratas como las biciesendas. Sin embargo, parece que una separación física como ofrecen las biciesendas es beneficiosa para la seguridad, sobre todo cuando en los accidentes hay vehículos de alta velocidad involucrados. Por tanto desde el punto de vista de la seguridad, en las zonas urbanas donde la velocidad de los vehículos no es tan alta sino más bien moderada, se podría optar por implementar ciclovías o biciesendas indistintamente. De todas formas, las ciclovías son más populares ya que aumentan la percepción de seguridad y comodidad de los ciclistas.

Así, diferentes sistemas de ciclovías totalmente separadas para ciclistas y peatones, se han venido constituyendo en las zonas urbanas de Dinamarca desde los años 60. Tales sistemas son una excelente alternativa durante el día para sus usuarios, pero dan lugar a problemas de inseguridad social por la noche. Por estos motivos, las ciclovías no son actualmente recomendados por los expertos.

Cabe señalar que Dinamarca junto con Holanda son los países líderes en ciclismo urbano y es importante analizar las medidas vienen tomando hace más de 20 años y las lecciones aprendidas por los mismos.

H. Experiencia en España²².

La Guía de Probici señala que las emisiones contaminantes (atmosféricas y sonoras) de la bicicleta son muy escasas frente a las que presentan los vehículos motorizados, sobre todo en los viajes cortos, donde la incidencia de las emisiones es mucho mayor. Además, la bicicleta contribuye a la mitigación del cambio climático causado por la emisión de gases de efecto invernadero del sector transporte. Pero para que se considere seguro, cómodo y atractivo ir en bicicleta dependerá, en primer lugar, de las infraestructuras, de ahí la importancia de construir buenas ciclovías.

Un punto de partida que puede resultar más útil es acercarse a la planificación y al diseño de las infraestructuras ciclistas considerando las prioridades en relación a los requisitos de calidad indicados por la experiencia holandesa, que han sido ampliamente aceptados y confirmados en muchos manuales. La red ciclista ideal debe consistir en rutas que son seguras (ya sean mezcladas con tráfico moderado o segregadas en una infraestructura bien diseñada), directas (conectando los ciclistas a sus destinos a través de las rutas más cortas y más rápidas), cohesionadas (conectadas y encuadradas dentro de una red global urbana), cómodas (con superficies y bordillos lisos, bien iluminadas, etc.) y atractivas (teniendo en cuenta su calidad ambiental).

La metodología a seguir para obtener una cuantificación de los beneficios medioambientales, consiste en el cálculo del ahorro de costes ambientales debidos a un cambio en la distribución modal; es decir, se cuantifica el beneficio del cambio modal impulsado por la introducción de la bicicleta.

²² Ver Consorcio Investigador Probici (2010). Guía de la Movilidad Ciclista. Métodos y técnicas para el fomento de la bicicleta en áreas urbanas.

Así la Guía Pro bici concluye que el costo unitario de las emisiones de contaminantes, sonoras y gases de efecto invernadero es:

Tabla 4 – Contaminación por medio de transporte²³

	Coche	Bus	Bici
Contaminación atmosférica (€/1000 veh*km)	37,20	229,10	0
Contaminación acústica (€/1000 veh*km)	6,58	21,41	0
Emisiones de CO ₂ (€/1000 veh*km)	6,53	25,96	0

I. Resumen de las experiencias

La siguiente tabla presenta una síntesis de los documentos revisados y los temas abordados en cada uno de ellos. Destacamos en la misma los relativos a 'Contaminación atmosférica'.

Tabla 5 – Documentos Revisados²⁴

Referencia	Demanda	Accidentes	Salud	Ausentismo Laboral	Contaminación atmosférica	Tiempo de viaje	Gasto Operacional	Residuos	Ruido
Guidance on the Appraisal of Walking and Cycling Schemes. 2010, DfT (TAG), UK	X		X	X	X	X			
Transportation Cost and Benefit Analysis Techniques, Estimates and Implications [Second Edition]. Enero 2009, Victoria Transport Policy Institute, Canadá		X	X		X	X	X		X
Transport, environment and health Copenhagen. 2000, OMS, Copenhagen		X	X						
Economic analyses of transport infrastructure and policies including health effects related to cycling and walking: a systematic review. 2008.			X	X					
Cycling will improve environment and health. 2002, Dinamarca		X	X	X	X				
Health Impact Assessment of increased cycling to place of work or education in Copenhagen. 2012, Copenhagen			X						

²³ Ver Consorcio Investigador Pro bici (2010). Guía de la Movilidad Ciclista. Métodos y técnicas para el fomento de la bicicleta en áreas urbanas.

²⁴ Ver GORE (2012). "Revisión y Actualización del Plan Maestro de Ciclovías del Gran Santiago y Plan de Obras".

The health risks and benefits of cycling in urban environments compared with car use: health impact assessment study. 2012, Barcelona.			X					
Walking, Cycling, and Obesity Rates in Europe, North America, and Australia. 2008, Europa, Norte América y Australia.			X					
Moving urban trips from cars to bicycles: impact on health and emissions. 2010, Nueva Zelanda		X	X		X		X	
Cycling: The way ahead for towns and cities; 1999, European Commission					X			
Reduced sickness absence in regular commuter cyclists can save employers 27 million euros. 2009, Alemania				X				
Power to the pedals. 2010, revista Worldwatch		X	X					
Safety in numbers: halving the risk of cycling. UK		X	X	X				
Tipping the scales Childhood obesity in London. 2011, Londres UK			X					
Less Pollution on City Sidewalks than Streets. 2006 , Londres UK					X			
At least five a week. 1994, UK			X					
New Study Investigates Potential of Cycling to Reduce Emissions. 212 , Europa					X			
España: PROBICI: Guía de la movilidad Ciclista. Métodos y técnicas para el fomento de la bicicleta en áreas urbanas . 2008-2010 España					X		X	X
Manual de valuación económica de proyectos de transporte. 2010 Nueva Zelanda		X	X			X	X	X

Fuente: Elaborado por Steer Davies Gleave

Si bien el presente estudio se centra en la importancia de las ciclovías como generador del cambio modal y su consecuente disminución de la contaminación atmosférica, vamos a mencionar brevemente las principales conclusiones de los documentos revisados:

- En general las metodologías de estimación de beneficios están asociados al **traspaso modal** desde modos motorizados al modo bicicleta, en especial de auto a bici. Para determinar el cambio modal se aplican probabilidades de captura sobre la demanda potencial, en algunos casos estas capturas son productos de modelos de elección discreta, mediante datos de encuestas de preferencias declaradas y en otros casos escenarios de probabilidades.

- La valoración económica de los beneficios se determina a partir de la **disminución de kilómetros recorridos**. En la mayoría de los antecedentes revisados se establecen factores en unidades de vehículo/km o ciclista/km según sea el tipo de beneficio.
- Para el caso del **beneficio ambiental** se basa en la valorización económica de los contaminantes que se dejaron de emitir. En algunos se diferencia según contaminantes que afectan o no el cambio climático. En el caso de España se determina una tasa de emisión en el 2008 para auto de 41,87 €/ 1000 km recorrido y en Nueva Zelanda este valor corresponde a 0,06 USD por km en horario punta y de 0,03 en horario fuera de punta.
- Beneficios relacionados por la **emisión de ruido** es lo menos abordado en los documentos revisados. En el caso de Canadá se establece un costo asociado al auto de 0,015 USD por km. Valor similar se observa en España, donde ese establece un costo de ruido de auto en el 2008 de 19,70 €/ 1000 km recorrido.
- Beneficios asociados al **ausentismo laboral** producto de la mejora en la salud. En UK un estudio plantea que realizar 30 minutos en bicicleta reduce los valores de ausentismo laboral en 0,4 días al año, mientras que otro estudio establece una reducción del 1% debido a la disminución de enfermedades y dolencias gracias a la actividad física. En Alemania se determina una reducción del 15% (8,7 días al año de ausentismo para los no ciclistas versus 7,4 días al año para los ciclistas).
- Beneficios relacionados con la **salud** es abordado en la mayoría de la bibliografía revisada. En general la estimación se basa en tasas de reducción de riesgo de mortalidad y riesgos de desarrollar enfermedades graves tales como insuficiencias cardiacas y diabetes mellitus. En UK estiman una reducción de la mortalidad del 28% por hacer ejercicio. En cuanto a la valorización económica, se observa en el caso de Nueva Zelanda un beneficio de 0,8 USD por ciclista/km, mientras que en Dinamarca es de 1,45 USD por kilómetro recorrido.
- En cuanto a los **accidentes**, se observa en UK una metodología para determinar el beneficio en función de la reducción de accidentes mortales. Se determina una tasa de disminución de muerte en 0,00017 km año, lo que permite determinar las vidas salvadas y valorizarlo económicamente. En Canadá se determina un costo por ciclista/km de 0,01 USD por km, mientras que en Nueva Zelanda el valor es tres veces superior (0,03 USD por km).
- En relación al **tiempo de viaje**, se determinaron valor del tiempo asociado al uso de diferentes modos. Se encontraron en UK valores diferenciados por tipo de ciclovia (de 4,73p/min. en ciclovia segregada. 2,01 p/min).

- Se encontró escasa referencia de estimación de beneficios por **costo operacional**. En el caso de Nueva Zelanda se ha estimado que este ahorro por costo corresponde a 0,17 USD x viajes de auto que se traspasa a la bicicleta.
- Finalmente se encontraron **otros beneficios**, que son tratados levemente en los documentos revisados, tales como disminución de congestión, desechos de los vehículos motorizados y necesidad de infraestructura.

EXPERIENCIA ARGENTINA

Argentina es uno de los países más urbanizados de América Latina, con más del 89% de su población viviendo en áreas urbanas con una población mayor a 2000 habitantes y la población urbana continua creciendo a pasos agigantados. Este incremento de la población urbana, crecimiento de la motorización, suburbanización, transporte inadecuado, empeoramiento del tráfico y contaminación del aire es una tendencia común en varias áreas metropolitanas y ciudades de tamaño medio de la Argentina.

Pese al rápido crecimiento urbanístico y de la motorización, la mayoría de las ciudades de América Latina no están aún encerradas en un patrón de dependencia absoluta del automóvil, con ratios de motorización alrededor de 100 vehículos / 1000 habitantes, lo cual es bajo comparado con estándares internacionales. El transporte público y modos alternativos aún constituyen un parte significativa de la matriz de transporte, proveyendo una clara oportunidad en el desarrollo de políticas de largo plazo reforzando el vínculo entre uso del suelo, transporte y medio ambiente.

En particular, Rosario tiene una población de 1.2 millones de habitantes, siendo la tercer área metropolitana del país.

Si bien algunos estudios relacionados con la evaluación de impacto ambiental se llevaron a cabo en la Argentina, los mismos son escasos y sus conclusiones no muy contundentes. Así por ejemplo, la “Propuesta de Evaluación de Impacto Ambiental Vial para la Ciudad de la Plata” de Julian Rivera y Ariel Guerry explica únicamente cómo se produce la contaminación en el aire, sus consecuencias directas en la salud y cuáles son las normas de calidad de aire ambiental nacional.

Por su parte el estudio de “Contaminación del aire en ciudades debido al uso de combustibles en vehículos” de Daniel Antonio Andres, Eduardo Joaquin Ferrero y Cesar Eliecer Mackler muestra un estudio más avanzado en la ciudad de Rosario. El estudio observa que los mayores promedios de concentraciones se caracterizan por la presencia de un tránsito de vehículos intenso, caracterizado por el pasaje de varias líneas de transporte urbano de pasajeros y gran cantidad de vehículos particulares. En particular en la ciudad de Rosario, la edificación de altura genera una menor difusión gaseosa que incrementa las concentraciones de inmisión y las arboledas impiden en parte la difusión de los contaminantes.

En relación a las iniciativas de transporte de la Municipalidad de Rosario dirigidas a la utilización de modos de transporte con menor consumo energético, podemos destacar:

- Nuevo Corredor Eléctrico de 25,6 km con 12 nuevos coches.
- Ampliación de la Red de Ciclovías. Actualmente se superan los 100 km de recorrido ciclista y se prevé la construcción de 32 km adicionales.
- Campañas de concientización y educación que promuevan el transporte sustentable (Campaña “Todos en Bici” y “Planificá tu viaje”).
- Implementación de Calle Recreativa (espacio libre de vehículos con un total de 28 kilómetros en la doble traza).
- 10 km de Carriles Exclusivos para el Transporte Urbano de Pasajeros y un Carril Exclusivo del Norte por Bv. Alberdi.

Además, Rosario promovió el Marco Legal necesario para estas iniciativas y se implementaron políticas y reglamentaciones de uso de suelo que promovieron el desarrollo de un transporte más eficiente y sostenible:

- Ordenanza Nº 8864/2012: Creación de Carriles Exclusivos
- Ordenanza Nº 9030/2012: Creación del Sistema Público de Bicicletas
- Ordenanza Nº 9145/2013: Construcción de Estacionamientos disuasorios soterrados
- Ordenanza Nº 9238/2014: Prohibición de Estacionamiento en el Área Central

En este contexto, la Municipalidad de Rosario también implementó medidas específicas para promover la interconectividad entre diferentes modos de transporte:

- Incorporación de la Tarjeta Sin Contacto²⁵ en el año 2011 para el Transporte Urbano de Pasajeros.
- Sistema de Bicicletas Públicas, estaciones ubicadas en paradas estratégicas del Transporte Urbano, incluyendo la Terminal de Ómnibus.
- Incorporación del Tren Rosario - Buenos Aires.

Uno de los objetivos del GEF²⁶ fue incrementar el porcentaje modal del transporte no motorizado en la ciudad de Rosario para lo cual se llevaron a cabo en el marco de la Donación las siguientes actividades:

- Construcción de 23.5km de ciclovías²⁷: La primera ciclovía se realizó en Bv. 27 de febrero donde se construyeron 8km de ciclovías (4 km de recorrido en doble sentido) y en Bv. O. Lagos donde se construyeron 6,4km de ciclovías (3,2 km de recorrido en doble sentido). En cuanto a la segunda ciclovía, la misma fue realizada en Avellaneda y Borderhere donde se construyeron 6,6km de ciclovías (3,3 km de recorrido en doble

²⁵ La Tarjeta sin Contacto (TsC) se incorporó como nuevo medio de pago integrador en el transporte urbano de Rosario en noviembre del 2011, integrando diferentes modos de transporte, incluyendo buses, bicicletas, taxis y estacionamientos públicos. En 2015, la tarjeta sin contacto suma nuevas funcionalidades, al convertirse en medio de pago del sistema de bicicletas públicas Mi bici tu bici y del estacionamiento medido. Actualmente ms de un millón de TsC están en uso en la ciudad de Rosario.

²⁶ Donación del Banco Mundial en el año 2008, dentro del Global Environmental Facility - GEF Sustainable Transport and Air Quality Program (STAQ Program).

²⁷ Ver ANEXO I – Plano de Ciclovías de Rosario.

- sentido) y en Pellegrini donde se construyeron 2,5km de ciclovías (1,28 km de recorrido en doble sentido).
- Adquisición e implementación de un sistema de bicicletas públicas para la Ciudad de Rosario. Se adquirieron 480 bicicletas para uso público en la Municipalidad de Rosario.
 - Diseño e implementación de una campaña de sensibilización y promoción del uso de la bicicleta para la ciudad de Rosario.
 - Realización de un Video Institucional para la difusión de los proyectos de ciclovías y de Campaña de Difusión del Uso de la Bicicleta.

Como resultado, se construyeron kilómetros adicionales de ciclovías en Rosario por 23,5 km (financiados con fondos de la Donación GEF).

- Ciclovía I: En Bv. 27 de febrero se construyeron 8km de ciclovías (4 km de recorrido en doble sentido). En Bv. O. Lagos se construyeron 6,4km de ciclovías (3,2 km de recorrido en doble sentido).
- Ciclovía II: En Avellaneda y Borderhere se construyeron 6,6km de ciclovías (3,3 km de recorrido en doble sentido). En Pellegrini se construyeron 2,5km de ciclovías (1,28 km de recorrido en doble sentido).

Los viajes en transporte no motorizado representan más del 26% de los traslados realizados en la ciudad de Rosario, según datos obtenidos en la Encuesta Origen y Destino 2008 (EOD)²⁸, teniendo la misma magnitud que los viajes realizados en transporte urbano o en transporte privado. Por transporte no motorizado se hace referencia a dos grandes grupos diferenciados: por un lado al modo peatonal, es decir todos los ciudadanos, incluidas fundamentalmente aquellas personas con movilidad reducida, y al modo bicicleta y afines. Los viajes en bicicleta alcanzan el 5,3% del total de viajes realizados en la ciudad de Rosario y si incluimos el Área Metropolitana ascienden al 8,4%. Esto posiciona a Rosario como la ciudad con mayor porcentaje de uso de bicicleta entre las relevadas por el BID en América Latina²⁹.

La extensión y vinculación de las ciclovías de la ciudad en forma de red, que a partir del PIM³⁰ (2011) comprenden más de 40 km de nuevos recorridos; y la readecuación de algunos tramos existentes, dotaron a la ciudad de un total de más de 100 km de recorridos ciclistas. Esta cifra permite posicionar a Rosario como la ciudad con mayor cantidad de kilómetros de ciclovías por habitante del país. Paralelamente, en 2012 comenzó la instalación de 1000 bicicleteros públicos seguros, junto a la gestión de colocación de bicicleteros gratuitos en playas de estacionamiento públicas y privadas.

Por otro lado, con la puesta en marcha del programa Cambia el Aire! Calle Recreativa, los ciudadanos que se desplazan a pie, en bicicleta, rollers y skate cuentan con un circuito de 28

²⁸ Datos del Ente de Movilidad de Rosario - <http://www.emr.gov.ar/>

²⁹ Ver American University School of International Service y el BID (2013). "Biciudades 2013: estudio regional acerca del uso de la bicicleta como medio de transporte en América Latina y el Caribe."

³⁰ Plan Integral de Movilidad Urbana de Rosario – http://www.rosario.gov.ar/sitio/gobierno/gestion/movilidad_presentacion.jsp

km libres de vehículos motorizados, durante todos los domingos de 8:30 a 12:30 horas. Actualmente se observan picos de más de 60.000 asistentes por jornada. Cabe mencionar que Rosario es la primera ciudad en Argentina en implementar un circuito recreativo permanente, libre de autos y motos. Una alternativa masiva de convivencia, encuentro, esparcimiento, vida saludable y actividad física para todos los ciudadanos. Además, este proyecto forma parte de la Red de Ciclovías Recreativas Unidas de las Américas, iniciativa que llevan adelante varias ciudades del continente americano promoviendo un estilo de vida más saludable.

A fines de marzo de 2015 se inauguraron las dos primeras estaciones del Sistema de bicicletas públicas Tu Bici Mi bici. Se trata de un sistema automatizado de alquiler de bicicletas públicas, que se constituye como un modo complementario al transporte urbano de pasajeros. El mismo funcionará en una primera etapa con 18 estaciones y 480 bicicletas³¹. Se espera que el sistema de intercambio de bicicletas públicas proporcione 4000 nuevos paseos por día, lo que afectará la cuota modal hacia el uso del transporte público en un 1%³².

Vemos así que Rosario estableció un plan estratégico integral en el que incluyó un amplia gama de propuestas, entre ellas, bicisendas recreacionales, campañas importantes, sistema de pago único (Tarjeta sin Contacto³³), bicicletas de uso público, estacionamientos para bicicletas, lo que permite un análisis más global del impacto de las inversiones realizadas en el transporte urbano no motorizado. De todas formas queda un largo camino que recorrer sobre todo en relación a la elaboración de datos y encuestas origen-destino, fundamentales para valorar este tipo de inversiones y con los cuales no siempre contamos.

El Ente de la Movilidad de Rosario es un organismo autárquico descentralizado administrativa y financieramente que tiene bajo su competencia la movilidad urbana en todos sus modos: el transporte público masivo, individual y especial; de uso privado, transporte no motorizado y de otros servicios conexos y/o relacionado a la movilidad urbana.

Es un organismo de alto perfil técnico conformado por un equipo multidisciplinario en constante crecimiento, que aborda de manera integral la movilidad urbana. En el año 2004, mediante Ordenanza N°7627 se creó el Ente del Transporte de Rosario, uno de los primeros organismos de la Argentina orientado a la planificación, gestión y evaluación del sistema de transporte. Su objetivo es lograr mediante políticas activas una movilidad sustentable.

³¹ Las 480 bicicletas fueron financiadas con la Donación GEF (TF-09304) para complementar el sistema de intercambio de bicicletas públicas Mi bici tu bici de la ciudad.

³² Estos estimados fueron calculados en base a un sistema de intercambio de bicicletas similar recientemente implementando en Buenos Aires y el estudio llevado a cabo en la ciudad de León, México relacionado al cambio modal causado por la infraestructura de bicicletas integrado con el sistema de BRT.

³³ La Tarjeta sin Contacto (TsC) se incorporó como nuevo medio de pago integrador en el transporte urbano de Rosario en noviembre del 2011, integrando diferentes modos de transporte, incluyendo buses, bicicletas, taxis y estacionamientos públicos. En 2015, la tarjeta sin contacto suma nuevas funcionalidades, al convertirse en medio de pago del sistema de bicicletas públicas Mi bici tu bici y del estacionamiento medido. Actualmente más de un millón de TsC están en uso en la ciudad de Rosario.

Con la Donación del GEF³⁴, el Ente de Movilidad de Rosario administró la construcción de 3 ciclovías por un total de 23.5km, entre los años 2012 y 2014, sobre las calles: Bv. 27 de Febrero, Bv. O. Lagos y Avellaneda. Una encuesta de tráfico realizada en el año 2011 por la Municipalidad de Rosario, nos permite saber cuántos viajes en bicicleta se hacían en estas tres calles, definiéndose así nuestra línea de base:

Tabla 6 – Encuesta 2011 – Viajes en Bicicleta³⁵

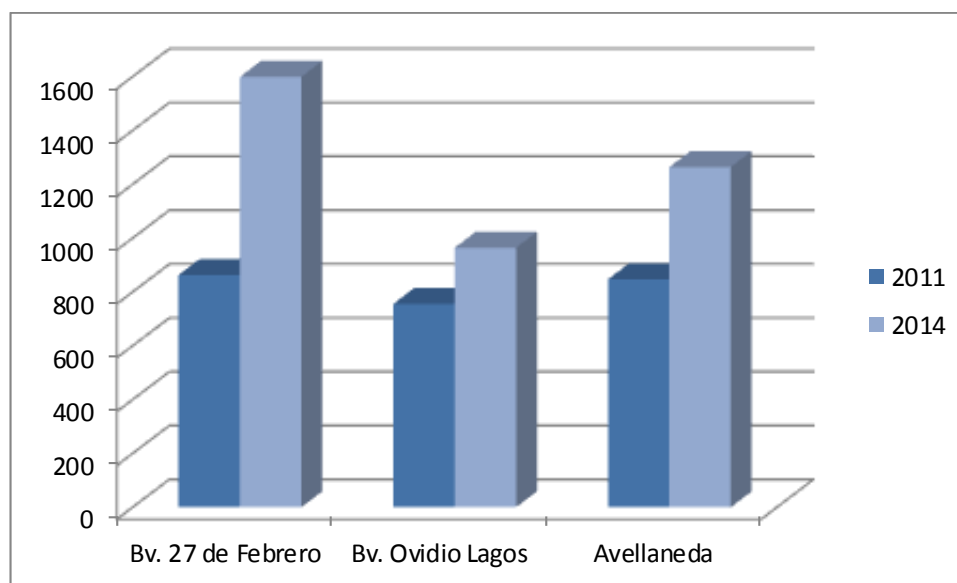
Encuesta	Calle	Número de viajes en bicicleta
Tráfico 2011 – Línea de Base	Bv. 27 de Febrero	863
	Bv. Ovidio Lagos	756
	Avellaneda	847

En el año 2014³⁶, se vuelve a realizar la encuesta de tráfico y esta vez los resultados son los siguientes:

Tabla 7 – Encuesta 2014 – Viajes en Bicicleta³⁷

Encuesta	Calle	Número de viajes en bicicleta
Tráfico 2014 – Resultados	Bv. 27 de Febrero	1599
	Bv. Ovidio Lagos	964
	Avellaneda	1264

Gráfico 3 – Viajes en Bicicleta 2011-2014



³⁴ Donación del Banco Mundial en el año 2008, dentro del Global Environmental Facility - GEF Sustainable Transport and Air Quality Program (STAQ Program).

³⁵ Datos del Ente de Movilidad de Rosario - <http://www.emr.gov.ar/>

³⁶ En el año 2014, se realizaron 94 entrevistas en 28 corredores de Rosario.

³⁷ Datos del Ente de Movilidad de Rosario - <http://www.emr.gov.ar/>

Dichos resultados muestran un claro aumento en el uso de las ciclovías, por tanto un efecto directo positivo de la inversión realizada. En términos porcentuales, los aumentos serían de este orden:

Tabla 8 – Encuesta 2014 – Aumento Porcentual³⁸

Encuesta Tráfico 2014 – Resultados Porcentuales	Calle	Aumento porcentual en los viajes en bicicleta
	Bv. 27 de Febrero	85%
	Bv. Ovidio Lagos	28%
	Avellaneda	50%

Debido a que la última encuesta origen-destino (2008) se llevó a cabo en Rosario antes de la construcción de las ciclovías, no contamos con datos relacionados con el cambio modal hacia el uso de la bicicleta. Sin embargo los conteos de tráfico en cada ciclovía administrados por el Ente de Movilidad de Rosario nos permitieron hacer los cálculos relevantes al caso.

Estos conteos señalan un incremento significativo en el uso de la bicicleta. Otras ciclovías de la ciudad de Rosario que no fueron financiadas por el GEF, tales como la ciclovía de la Calle Pellegrini, también tuvo un incremento pasando de 94 usuarios en 2013 a 310 usuarios en 2014, triplicándose así el número de viajes en bicicleta en solo un año. Estos datos proporcionan una idea del impacto significativo que las ciclovías tienen en la promoción de un cambio en la selección del modo de transporte.

Después de la finalización de las obras civiles, el análisis ex post se realizó utilizando estos conteos reales de tráfico y la aplicación de un modelo simplificado e internacionalmente aceptado para comparar la situación con las ciclovías implementadas y un escenario similar pero sin las mismas.

Con los datos disponibles, se hicieron algunos supuestos con el fin de obtener una línea de base dinámica. Esta base sirve como referente y permite llevar a cabo una comparación en la reducción de emisiones de CO₂ entre distintas ciclovías y además permite una posible predicción en futuras reducciones.

Las supuestos generales para determinar la línea de base:

1. **Duración del Viaje:** Las cifras utilizadas son las proporcionadas por el CAI³⁹ en la metodología utilizada en la línea de base y están basadas en la encuesta origen-destino del 2008.
2. **Ocupación de la motocicleta:** Las cifras utilizadas son las proporcionadas por el CAI en la metodología utilizada en la línea de base y están basadas en la encuesta origen-destino del 2008.

³⁸ Datos del Ente de Movilidad de Rosario - <http://www.emr.gov.ar/>

³⁹ La ciudad de Rosario contó con el apoyo de Clean Air Institute (CAI) en la aplicación de la metodología propuesta para medir reducciones en las emisiones de CO₂ derivadas de la construcción de ciclovías y así evaluar su impacto.

3. **Cifras de emisiones:** Para calcular la tasa de emisión de CO2 por vehículo-kilómetro para cada categoría de vehículo, los datos utilizados son los proporcionados por los factores de emisión vehicular de la Ciudad de Buenos Aires y se ajustaron a las características del parque de vehículos existente en Rosario.⁴⁰
4. **Costo por tonelada de carbono:** Los valores sociales de carbono recomendados por el Banco Mundial en dólares por tonelada métrica de CO2 equivalente para el 2015 es de US\$ 30.⁴¹
5. **Factor de expansión:** Para calcular el volumen de tráfico fue necesario convertir las cifras actuales del tráfico en hora punta a un volumen diario. Basado en el análisis anterior por parte del Municipio, el factor utilizado fue 11 y el factor de expansión para convertir el volumen diario a un volumen anual fue de 330.

Tabla 9 – Supuestos Generales para la línea de base⁴²

Supuestos Generales				
Modo	Ocupación Promedio (persona)	Longitud de viaje Promedio (km)	Emisiones Promedio (g/km)	Fuente
Auto	1.10	5.3	227	Reporte CAI 2011
Camión	2.00	7.3	771	
Transporte Publico	50.00	6.5	771	
Bicicletas	1.00	2.75	0	
Motocicletas	1.05	4.3	50	

Procedimientos de cálculo⁴³:

1. **Parte I: Calcular el número de usuarios de las ciclovías reales por día y por modo en el año 2011 y 2014:**

La Municipalidad de Rosario nos proporcionó las cuentas de tráfico para todos los modos, en particular para los años 2011 y 2014. Estos conteos fueron multiplicados por las cifras de modo de ocupación y el factor de expansión para llegar al conteo y porcentaje modal de las personas por día.

$$(\text{Conteo}) \times (\text{Ocupación}) \times (\text{Factor de Expansión diario de 11}) \\ = \text{Número de usuarios diarios por modo}$$

⁴⁰ Ver Ariela D'Angola, Laura Dawidowsky, Dario R. Gomez, Mauricio Osses, "On road traffic emission in a megacity", 2009.

⁴¹ Ver SDNCE/CCGCE, Guidance note on social value of carbon in project appraisal, July 14, 2014.

⁴² World Bank (2015). Implementation Completion and Results Report (TF-09304)

⁴³ Según lo explicado en el apartado "Métodos".

2. Parte II: Calcular el aumento en el uso de la bicicleta directamente atribuibles a la nuevas ciclovías.

Esta cifra se calcula a través de un proceso de dos partes.

(i) Calcular el crecimiento en el uso global de ciclovía o tasa de disminución:

Esta tasa se calculó analizando el cambio general en el número real de personas que utilizaron la ciclovía desde el 2011 al 2014.

$$\frac{(Total\ usuarios\ por\ día\ en\ 2014) - (Total\ usuarios\ por\ día\ en\ 2011)}{(Total\ usuarios\ por\ día\ en\ 2011)}$$

= *Crecimiento en el uso de la ciclovía o tasa de disminución*

(ii) Calcular el crecimiento de usuario de bicicleta o disminución directamente atribuibles a las nuevas ciclovías:

Este cálculo se basa en el supuesto de que, con o sin la ciclovía, se experimentaría una tasa de crecimiento o disminución en el uso general de la ciclovía identificada anteriormente.

Si suponemos esta tasa de crecimiento promedio, entonces podemos ir de nuevo al conteo de usuarios del 2011 y multiplicar por la tasa de crecimiento o disminución en el uso para predecir el conteo de 2014. Esta cifra se resta luego de la cifra actual de 2014 para obtener el número directamente atribuible a las nuevas ciclovías.

Por ejemplo, con O. Lagos sería de esperar que, dadas las tendencias generales, los usuarios debieran disminuir de 60 a 40 usuarios, sin embargo, aumentaron a 76 usuarios en 2014. Por lo tanto, podemos atribuir, en principio, este crecimiento de 36 usuarios a la nueva ciclovía.

$$\begin{aligned} & (Usuarios\ diarios\ en\ 2014) - (Usuarios\ diarios\ en\ 2011) \\ & \quad + \textit{tasa de crecimiento o disminución en el uso de la ciclovía} \\ & = \textit{Variación directamente atribuible a la nueva ciclovía} \end{aligned}$$

3. Parte III: Calcular la predicción para el año 2014 en el uso modal de no haber instalado ciclovías:

Para esta parte, lo primero que predecimos es que la “variación directamente atribuible a la nueva ciclovía” (calculada en la Parte II) para analizar los que habrían optado por un modo diferente en 2014 de no haber estado disponible la ciclovía. Por lo tanto distribuimos estos nuevos usuarios (por ejemplo, 36 en el caso de O. Lagos) entre los otros modos como se indica en el siguiente proceso:

- (i) Suprimir los conteos de ciclistas del 2011 y volver a calcular la nueva cuota modal.
- (ii) Redistribuir los nuevos ciclistas (es decir, 36) entre todos los modos que no son ciclistas a través del siguiente cálculo:

$$(Cifras reales modales 2014) + (Conteo directamente atribuible a la nueva ciclovía) \\ \times Cuota modal porcentual del 2011 sin ciclovías = Ocupación modal$$

- (iii) Calcular los usuarios multiplicando los usuarios del 2011 por la tasa de crecimiento o disminución del uso de la ciclovía.

Estos cálculos demuestran que la demanda se mantiene constante (en términos del número de personas que utilizan la ciclovía), pero la proporción modal varía dependiendo de la presencia de la ciclovía. Esto nos ayuda a concluir que la inversión en infraestructura es relevante si queremos generar un cambio modal.

4. Parte IV: Calcular el 2014 real vs. previsto en cuanto a las emisiones de CO2.

Con el fin de calcular el real vs. el previsto en las emisiones de CO2, multiplicar cada cuota modal (real y previsto) por:

- (i) Longitud media de viaje por modo de transporte
- (ii) Promedio de emisiones por modo de transporte (g / km)
- (iii) Factor de expansión anual (330 días).

Luego se divide esta suma por 1.000.000 para convertirlo en toneladas. Por último añadimos el resultado de cada modo para calcular las emisiones totales anuales de CO2.

5. Parte V: Calcular el impacto económico global.

Por último, calculamos el ahorro global de costos, multiplicando las emisiones de CO2 anuales totales (para los datos reales y previstos) por el coste de CO2 promedio de 30 USD⁴⁴ por tonelada de CO2.

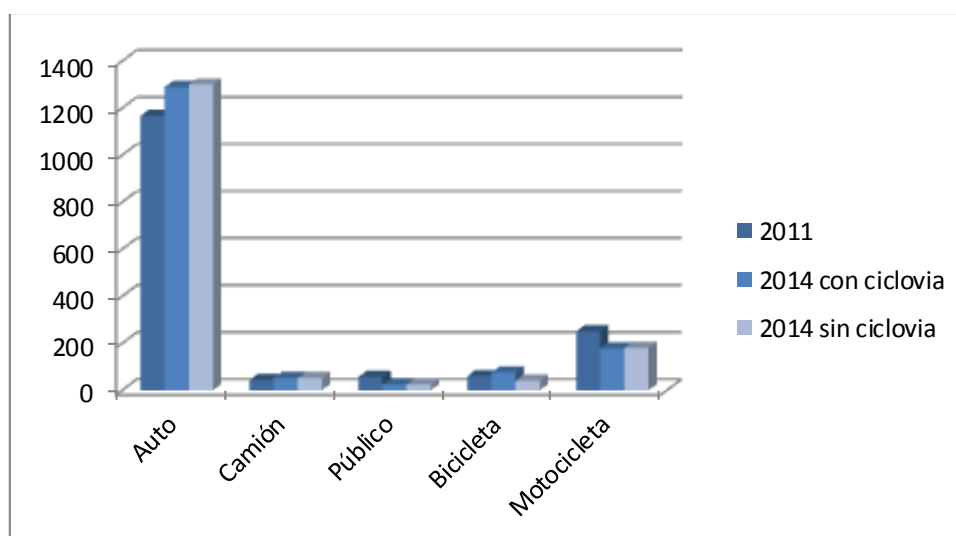
⁴⁴ Ver SDNCE/CCGCE, Guidance note on social value of carbon in project appraisal, July 14, 2014.

Análisis de cada ciclovia en Rosario:**1. Ovidio Lagos⁴⁵**

- a) *Características de la ciclovia:* La ciclovia es de 3,2 km de longitud, construida en el pavimento de la carretera en ambos lados del boulevard central, y se separa del tráfico por medio de señalización horizontal.
- b) *Actividad vehicular:* Los conteos de tráfico se llevaron a cabo durante las horas pico para vehículos en el 2011 (ex ante) y en el 2014 (ex post), y se realizaron estimaciones para el 2014 sin la ciclovia.

Tabla 10 – Actividad Vehicular en Ovidio Lagos

Modo	Datos reales 2011		Datos reales 2014 con la Ciclovia			Datos previstos 2014 sin la Ciclovia		
	Núm.	%	Núm.	Núm. Expandido por día	%	Núm.	Núm. Expandido por día	%
Auto	1166	74%	1289	14179	80%	1299	14284	81%
Camión	42	3%	51	561	3%	51	565	35
Público	56	4%	24	264	1%	24	269	2%
Bicicleta	60	4%	76	836	5%	40	439	3%
Motocicleta	250	16%	178	1958	11%	180	1980	11%
TOTAL	1574	100%	1618	17798	100%	1594	17536	100%

Gráfico 4 – Actividad Vehicular en Ovidio Lagos 2011-2014⁴⁵ WorldBank (2015). Implementation Completion and Results Report (TF-09304)

- c) *Estimación del cambio* de la bicicleta antes y después del proyecto directamente atribuibles a la ciclo vía:

Tabla 11 – Estimación del Cambio en Ovidio Lagos

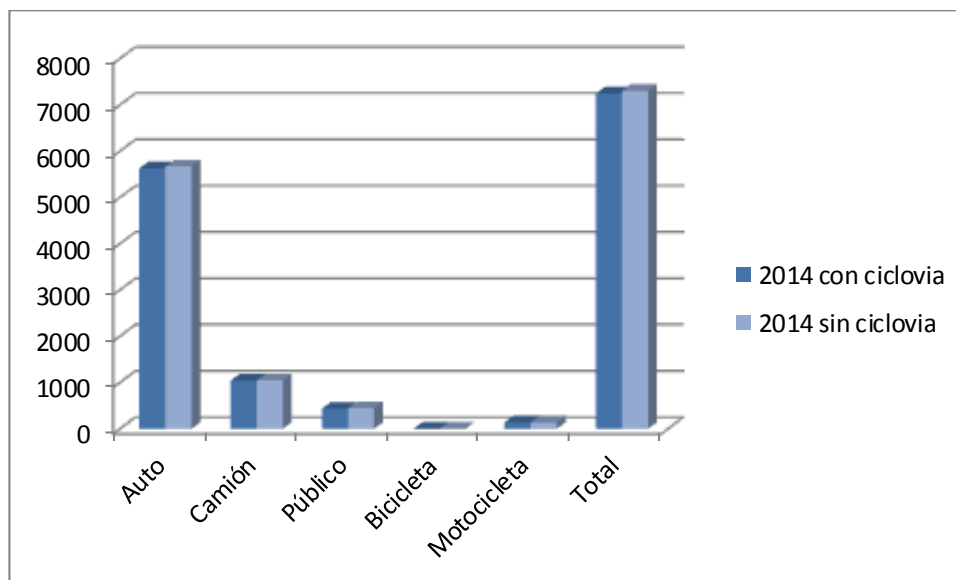
Tasa de crecimiento/ disminución en el uso de la ciclo vía (2011 a 2014, por usuarios)	Variación (2011 a 2014) directamente atribuible a la nueva ciclo vía
-33.6%	36

- d) *Cálculo de Emisiones*: Estas son las emisiones por tipo de vehículo, en este corredor en 2014 con y sin el proyecto:

Tabla 12 – Cálculo de Emisiones en Ovidio Lagos

Modo	Emisiones reales 2014 con Ciclo vía (toneladas CO ₂ /año)		Emisiones previstas 2014 sin Ciclo vía (toneladas CO ₂ /año)	
	Núm.	%	Núm.	%
Auto	5629,4	78%	5670,9	78%
Camión	1042	14%	1049	14%
Público	436,6	6%	444,9	6%
Bicicleta	0	0%	0	0%
Motocicleta	138,9	2%	140,5	2%
TOTAL	7246,9	100%	7305,3	100%

Gráfico 5 – Emisiones en Ovidio Lagos 2011-2014



- e) *Resultados*: La comparación entre el 2011 y 2014 muestra un pequeño aumento en el número de autos y camiones y una disminución significativa en el número de motocicletas. El número de bicicletas también aumenta en un 27%, así como su porcentaje de la cuota modal en un 23%.

Tabla 13 – Impacto General en Ovidio Lagos

Impacto General Ex ante vs. Ex post	
Aumento en viajes en bicicleta	27%
Aumento en la cuota modal de bicicletas	23%

Para el corredor de Ovidio Lagos, la nueva ciclovía reduce las emisiones de CO2 en 58,45 toneladas equivalentes, en comparación con las emisiones previstas sin ciclovía. Esto representa una disminución del 0,8% en las emisiones de CO2 en comparación con la situación sin proyecto.

En términos económicos, el ahorro de costos del proyecto después del primer año sería de 1.753 USD.

Tabla 14 – Impacto General en Ovidio Lagos

Impacto General Actual vs. Previsto	
Toneladas CO2/año	-58,45
Porcentaje	-0,8%
Ahorro de costos	1.753,36 USD

2. 27 de Febrero⁴⁶

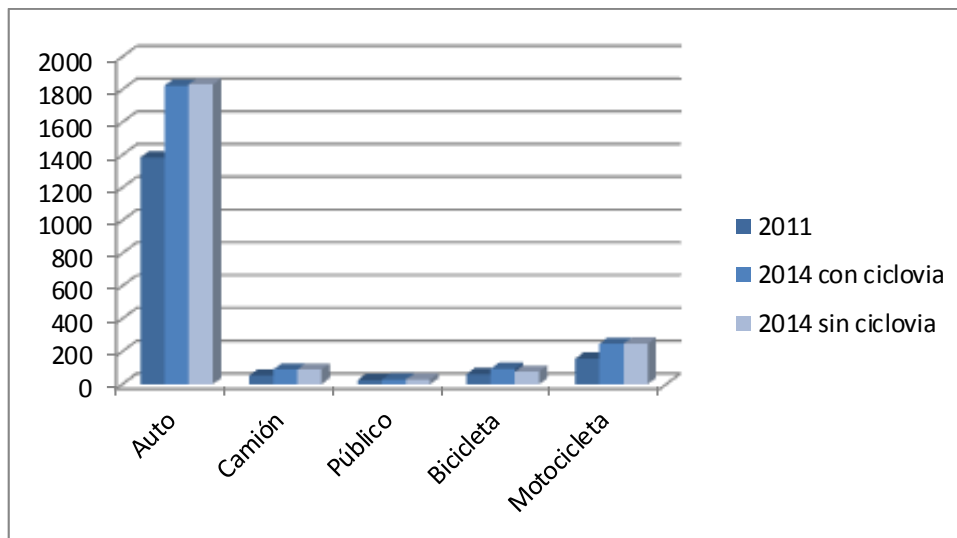
- Características de la ciclovía:* La ciclovía es de 4 km de longitud, construida en el pavimento de la carretera en ambos lados del boulevard central, y se separa del tráfico por medio de señalización horizontal.
- Actividad vehicular:* Los conteos de tráfico se llevaron a cabo durante las horas pico para vehículos en el 2011 (ex ante) y en el 2014 (ex post), y se realizaron estimaciones para el 2014 sin la ciclovía.

Tabla 15 – Actividad Vehicular en 27 de Febrero

Modo	Datos reales 2011		Datos reales 2014 con la Ciclovía			Datos previstos 2014 sin la Ciclovía		
	Núm.	%	Núm.	Núm. Expandido por día	%	Núm.	Núm. Expandido por día	%
Auto	1385	82,2%	1824	20064	79,9%	1831	20146	80,5%
Camión	54	3,2%	90	990	3,9%	90	993	4,0%
Público	27	1,6%	29	319	1,3%	29	321	1,3%
Bicicleta	62	3,7%	94	1034	4,1%	77	848	3,4%
Motocicleta	156	9,3%	247	2717	10,8%	248	2726	10,9%
TOTAL	1684	100%	2284	25124	100%	2276	25034	100%

⁴⁶ WorldBank (2015). Implementation Completion and Results Report (TF-09304)

Gráfico 6 – Actividad Vehicular en 27 de Febrero 2011-2014



c) *Estimación del cambio* de la bicicleta antes y después del proyecto directamente atribuibles a la ciclovía:

Tabla 16 – Estimación del Cambio en 27 de Febrero

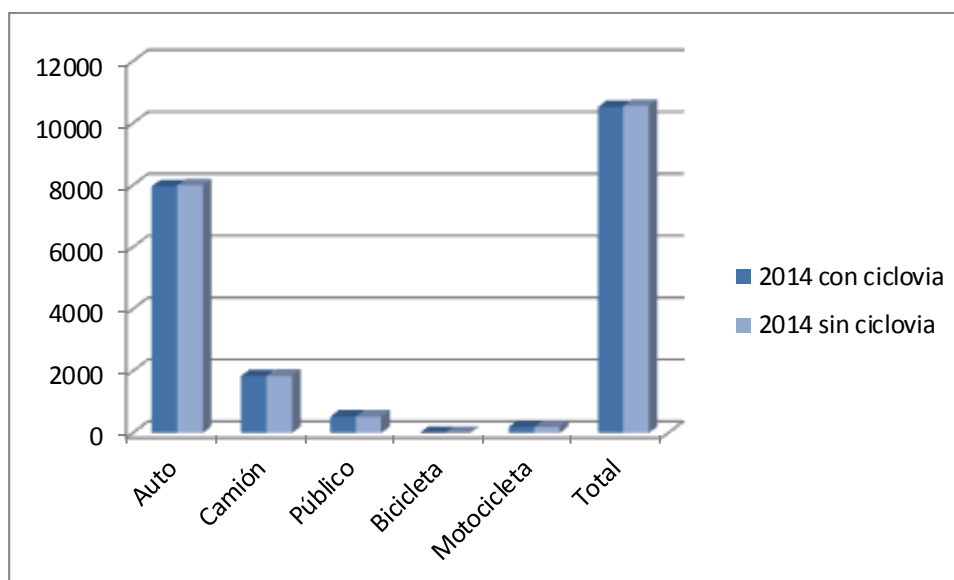
Tasa de crecimiento/ disminución en el uso de la ciclovía (2011 a 2014, por usuarios)	Variación (2011 a 2014) directamente atribuible a la nueva ciclovía
24,4%	17

d) *Cálculo de Emisiones:* Estas son las emisiones por tipo de vehículo, en este corredor en 2014 con y sin el proyecto:

Tabla 17 – Calculo de Emisiones en 27 de Febrero

Modo	Emisiones reales 2014 con Ciclovía (toneladas CO2/año)		Emisiones previstas 2014 sin Ciclovía (toneladas CO2/año)	
	Núm.	%	Núm.	%
Auto	7965,9	75,7%	7998,3	75,7%
Camión	1838,8	17,5%	1844,7	17,5%
Público	527,6	5%	530,2	5%
Bicicleta	0	0%	0	0%
Motocicleta	192,8	1,8%	193,4	1,8%
TOTAL	10525	100%	10566,6	100%

Gráfico 7 – Emisiones en 27 de Febrero 2011-2014



- e) *Resultados:* La comparación entre el 2011 y 2014 muestra un aumento en el número de autos, camiones y motocicletas, como resultado del incremento general de la flota automovilística en Rosario, durante el periodo de 4 años. El número de bicicletas también aumenta en un 52%, así como su porcentaje de la cuota modal en un 12%.

Tabla 18 – Impacto General en 27 de Febrero

Impacto General Ex ante vs. Ex post	
Aumento en viajes en bicicleta	51,6%
Aumento en la cuota modal de bicicletas	11,8%

Para el corredor de 27 de Febrero, la nueva ciclovía reduce las emisiones de CO2 en 41,66 toneladas equivalentes, en comparación con las emisiones previstas sin ciclovía. Esto representa una disminución del 0,4% en las emisiones de CO2 en comparación con la situación sin proyecto.

En términos económicos, el ahorro de costos del proyecto después del primer año sería de 1.250 USD.

Tabla 19 – Impacto General en 27 de Febrero

Impacto General Actual vs. Previsto	
Toneladas CO2/año	-41,66
Porcentaje	-0,4%
Ahorro de costos	1.249,75 USD

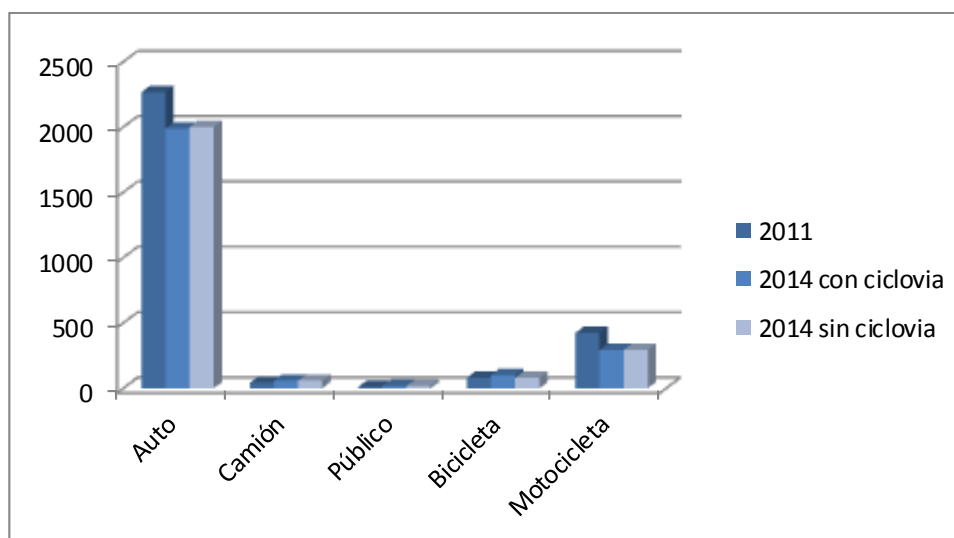
3. Avellaneda⁴⁷

- a) *Características de la ciclovía:* La ciclovía es de 4,6 km de longitud, construida en el pavimento de la carretera en ambos lados del boulevard central, y se separa del tráfico por medio de señalización horizontal.
- b) *Actividad vehicular:* Los conteos de tráfico se llevaron a cabo durante las horas pico para vehículos en el 2013 (ex ante) y en el 2014 (ex post), y se realizaron estimaciones para el 2014 sin la ciclovía.

Tabla 20 – Actividad Vehicular en Avellaneda

Modo	Datos reales 2013		Datos reales 2014 con la Ciclovía			Datos previstos 2014 sin la Ciclovía		
	Núm.	%	Núm.	Núm. Expandido por día	%	Núm.	Núm. Expandido por día	%
Auto	2267	80,2%	1988	21868	80,8%	2001	22012	81,5%
Camión	42	1,5%	59	649	2,4%	59	652	2,4%
Público	12	0,4%	19	209	0,8%	19	210	0,8%
Bicicleta	82	2,9%	102	1122	4,1%	81	892	3,3%
Motocicleta	424	15%	293	3223	11,9%	295	3250	12%
TOTAL	2827	100%	2461	27071	100%	2456	27015	100%

Gráfico 8 – Actividad Vehicular en Avellaneda 2011-2014



⁴⁷ World Bank (2015). Implementation Completion and Results Report (TF-09304)

- c) *Estimación del cambio* de la bicicleta antes y después del proyecto directamente atribuibles a la ciclovía:

Tabla 21 – Estimación del Cambio en Avellaneda

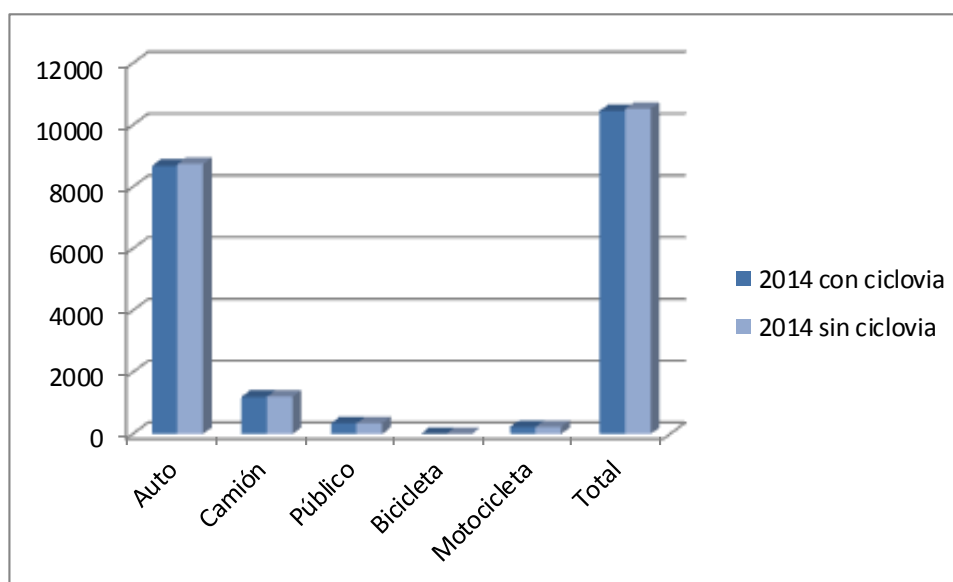
Tasa de crecimiento/ disminución en el uso de la ciclovía (2013 a 2014, por usuarios)	Variación (2013 a 2014) directamente atribuible a la nueva ciclovía
-1,1%	21

- d) *Cálculo de Emisiones*: Estas son las emisiones por tipo de vehículo, en este corredor en 2014 con y sin el proyecto:

Tabla 22 – Calculo de Emisiones en Avellaneda

Modo	Emisiones reales 2014 con Ciclovía (toneladas CO2/año)		Emisiones previstas 2014 sin Ciclovía (toneladas CO2/año)	
	Núm.	%	Núm.	%
Auto	8682,1	83%	8739,2	83%
Camión	1205,4	11,5%	1210,4	11,5%
Publico	345,6	3,3%	346,9	3,3%
Bicicleta	0	0%	0	0%
Motocicleta	228,7	2,2%	230,6	2,2%
TOTAL	10461,8	100%	10527	100%

Gráfico 9 – Emisiones en Avellaneda 2011-2014



- e) *Resultados*: El análisis muestra una disminución en el número de autos y motocicletas, en el año 2014 y un aumento en el número de bicicletas también de 24,4%, así como de su porcentaje de la cuota modal en un 42,9%.

Tabla 23 – Impacto General en Avellaneda

Impacto General Ex ante vs. Ex post	
Aumento en viajes en bicicleta	24,4%
Aumento en la cuota modal de bicicletas	42,9%

Para el corredor de Avellaneda, la nueva ciclovía reduce las emisiones de CO2 en 65,22 toneladas equivalentes, en comparación con las emisiones previstas sin ciclovía. Esto representa una disminución del 0,6% en las emisiones de CO2 en comparación con la situación sin proyecto.

En términos económicos, el ahorro de costos del proyecto después del primer año sería de 1.957 USD.

Tabla 24 – Impacto General en Avellaneda

Impacto General Actual vs. Previsto	
Toneladas CO2/año	-65,22
Porcentaje	-0,6%
Ahorro de costos	1.956,56 USD

RESULTADOS

La reducción de emisiones de CO2 son típicamente analizados como impactos de largo plazo, requiriendo cambios en las políticas e inversiones prolongados en el tiempo. Pese a esto, el conteo de viajes llevado a cabo en Rosario en cada ciclovía intervenida permite evaluar cierta tendencia en las emisiones de CO2. Una vez terminadas las obras, el análisis ex post se puede realizar utilizando cifras reales de conteos en cada ciclovía y aplicando un modelo simplificado para comparar el escenario con y sin proyecto. Los resultados revelan que la construcción de la ciclovía en Bv. 27 de Febrero ayudó a reducir 41.66 toneladas equivalentes de CO2, en Bv. Ovidio Lagos se redujeron 58.45 toneladas equivalentes de CO2 y en Avellaneda una reducción de 65.22 toneladas equivalentes de CO2. Sumando las tres intervenciones obtenemos un ahorro de hasta 165.32 toneladas equivalentes de CO2 en el año posterior a la construcción de las ciclovías, es decir una disminución de 0,6% en comparación con el escenario sin proyecto.

Tabla 25 – Reducción Toneladas Acumuladas⁴⁸

Reducción de toneladas equivalentes de CO2	Calle	Toneladas equivalentes de CO2
	Bv. 27 de Febrero	41.66
	Bv. Ovidio Lagos	58.45
	Avellaneda	65.22
	TOTAL	165.32

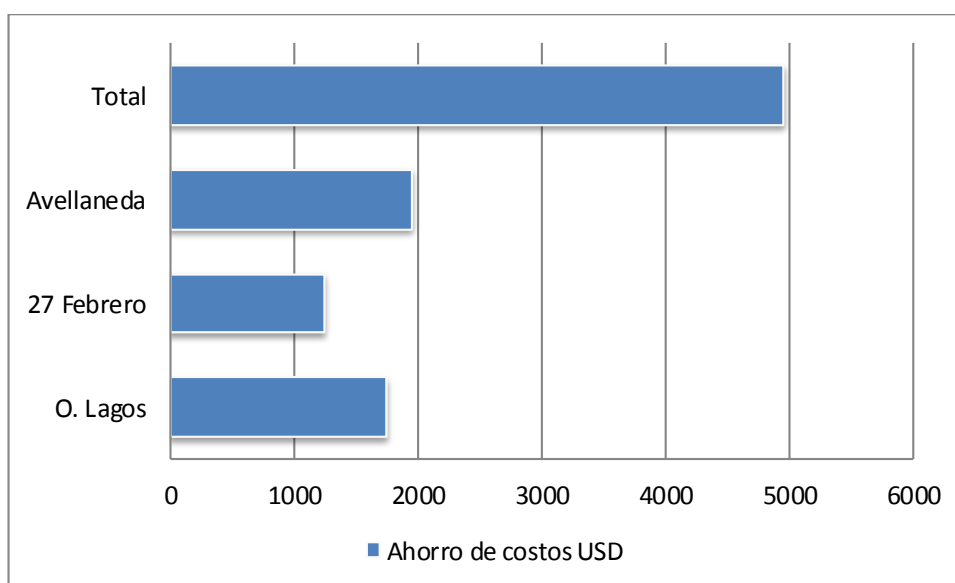
⁴⁸ WorldBank (2015). Implementation Completion and Results Report (TF-09304)

Los valores sociales de carbón estimados en proyectos financiados por el Banco Mundial es de 30 dólares por tonelada métrica de CO₂⁴⁹, resultando en un valor aproximado ahorrado de 5000 dólares en el primer año del proyecto. Este análisis no incluye los beneficios a largo plazo que tenga en cuenta el ciclo vital del proyecto y el cambio en la distribución modal debido a los nuevos viajeros utilizando esta moderna infraestructura. Teniendo estas circunstancias en mente, es probable que las intervenciones puedan generar beneficios mayores en los próximos años. Las estimaciones realizadas por CAI, basadas en la encuesta origen-destino del 2008, esperan unos ahorros acumulados de aproximadamente 2000 toneladas equivalentes de CO₂ a los 8 años de terminadas las obras civiles.

Tabla 26 – Resultados⁵⁰

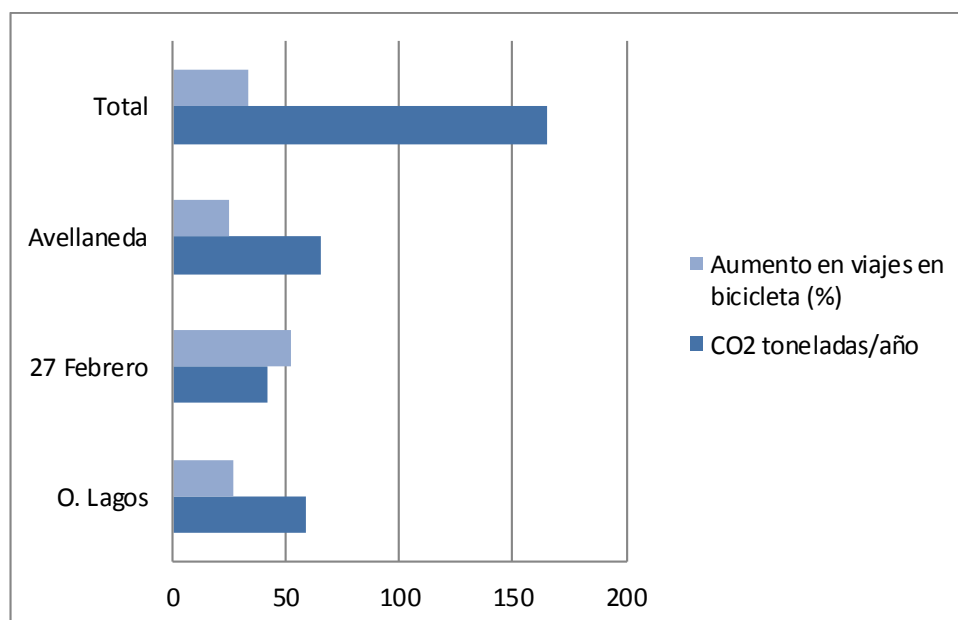
Resultados				
	O. Lagos	27 de Febrero	Avellaneda	Total
CO2 toneladas/año	-58,45	-41,66	-65,22	-165,32
Porcentaje	-0,80%	-0,39%	-0,062%	-0,58%
Ahorro de costos	1.753,36USD	1.249,75USD	1.956,56USD	4.959,68USD
Aumento en viajes en bicicleta	26,7%	51,6%	24,4%	33%
Aumento en la cuota modal de bicicletas	23,2%	11,8%	42,9%	24,7%

Gráfico 10 – Ahorro de Costos



⁴⁹ Nuevas investigaciones señalan que el cálculo actual del costo social del carbón es de 220 dólares por tonelada, por tanto elevando los ahorros hasta 36.000 dólares en el año. Ver, F.C. Moore & D.B. Diaz, Temperature impacts on economic growth warrant stringent mitigation policy, Nature Climate Change 5, 127-131, 2015.

⁵⁰ World Bank (2015). Implementation Completion and Results Report (TF-09304)

Gráfico 11 – Aumento viajes en bicicleta & CO2 toneladas/año

El GEF financió dos contratos de obra civil en Rosario por un monto total de 911.040 dólares⁵¹ para la construcción de los 23.5 km de ciclovías que complementarían la red existente, lo que equivale a un costo por kilómetro de ciclovía de 77.206 dólares. El cálculo del costo de la construcción de las obras civiles dividido la reducción en las emisiones muestra que la rentabilidad de las ciclovías fue de 5510 dólares por toneladas (911.040 dólares dividido 165 toneladas equivalentes de CO2). Esto se compara de manera similar a otros cálculos de rentabilidad en proyectos análogos en las conclusiones⁵².

CONCLUSIONES

Vimos en los Resultados que el costo en Rosario por kilómetro de ciclovía (77.206 USD) es más barato que el costo promedio de construcción de ciclovía, calculado en 83.231 USD⁵³. Por su parte la reducción en las emisiones (165,32 toneladas equivalentes) no es tan alto en Rosario, debido a que el cambio modal no es tan significativo (24,7%). El cálculo del costo de la construcción de la obra civil dividido por la reducción de las emisiones muestra que el costo -

⁵¹ Durante el mismo periodo, se construyeron 34 km de ciclovías en Rosario con financiamiento propio a un costo de 1.700.000 dólares, resultando en un costo por km ciclovía de 50.000 dólares.

⁵² Para comparar, las instalaciones para bicicletas de la Orange Line en Los Ángeles reduce entre 314 y 507 toneladas equivalentes de CO2 por año y estas reducciones se logran a un costo promedio de 5.125 dólares por toneladas. Ver "Greenhouse Gas Emissions Cost Effectiveness Study", Los Angeles County Metropolitan Transportation Authority, Junio 2010, y "Cost-Effectiveness of Reductions in Greenhouse Gas Emissions from California High-Speed Rail and Urban Transportation Projects", J.M. Matute and M.V. Chester, Abril 9, 2014.

⁵³ Basado en un estudio de análisis de 77 instalaciones para peatones y ciclistas en Estados Unidos, el costo promedio de construcción de ciclovía es de 83.231 dólares por km. Ver, "Costs for Pedestrian and Bicyclist Infrastructure Improvements", UNC Highway Safety Research Center, October, 2013.

efectividad de las ciclovías fue de 5.510 USD por tonelada equivalente de CO₂ (911.040 USD dividido por 165,32 toneladas equivalentes).

Esto se compara con otros cálculos de costo – efectividad de proyectos análogos para ver la rentabilidad de cada tipo de proyectos. Por ejemplo, las instalaciones para bicicletas de la Orange Line en Los Ángeles reduce entre 314 y 507 toneladas equivalentes de CO₂ por año y estas reducciones se logran a un costo promedio de 5.125 dólares por toneladas⁵⁴. Sin embargo, las ciclovías en Los Angeles tienen un costo neto por tonelada de CO₂ de entre 1000 y 1750 USD⁵⁵.

Las experiencias internacionales, como la de Santiago de Chile, mostraron que después de cuatro años de implementación de la ciclovía, el número de viajes aumentó en un 45 %. En comparación, las ciclovías de Rosario han mostrado un aumento del usuario de entre el 24 % y el 52 %, durante el primer año . Asimismo, la cuota modal para bicicletas en estos corredores creció entre un 12 % y un 75 %, en comparación con el punto de referencia internacional del 40%⁵⁶

Las reducciones reales parecen razonables a la luz del diseño del proyecto. El análisis muestra una reducción efectiva de las emisiones de CO₂, un aumento significativo del uso de ciclovías por parte de los ciclistas y su crecimiento en la cuota modal con el potencial de conducir a reducciones adicionales en los próximos años.

Desde un punto de vista más general, la apropiación de los proyectos por parte de las ciudades beneficiarias resulta un aspecto esencial para garantizar una adecuada ejecución. La participación de las ciudades en la elaboración de proyectos, términos de referencia y en la selección de los contratistas o consultores es necesaria para que las ciudades se apropien de los proyectos. Esta pertenencia de los proyectos por parte de las ciudades beneficiarias es esencial para garantizar una correcta implementación y la participación de la comunidad en sus diferentes etapas: anteproyecto, proyecto y ejecución lo que permite disminuir la resistencia al cambio, propia de la implementación de proyectos nuevos y facilita la gestión de los riesgos durante la ejecución de los proyectos. A nivel social es la participación de los actores locales en diferentes talleres y entrevistas. Aquellos casos donde los actores de la comunidad no se sintieron involucrados en la definición del proyecto, tuvieron inconvenientes a la hora de impulsar el inicio de la ejecución de las obras.

En general, la naturaleza de las donaciones aumenta la aceptación pública positiva y receptividad a nuevas y vanguardistas iniciativas, que de otro modo no serían tan bien recibidas. Es por tanto significativo ver ante un proyecto de estas características con qué tipo de financiamiento contamos.

⁵⁴ Ver “Greenhouse Gas Emissions Cost Effectiveness Study”, Los Angeles County Metropolitan Transportation Authority, Junio 2010, y “Cost-Effectiveness of Reductions in Greenhouse Gas Emissions from California High-Speed Rail and Urban Transportation Projects”, J.M. Matute and M.V. Chester, Abril 9, 2014.

⁵⁵ Ver Tabla 1, página 10.

⁵⁶ Basándonos en la experiencia internacional podemos suponer que dos de cada tres ciclistas fueron el resultado del cambio modal de medios de transporte más contaminantes.

Es frecuente que las ciudades no cuenten con presupuesto adicional para llevar a cabo actividades complementarias y por tanto la planificación estratégica con los recursos disponibles se torna fundamental. Si estas actividades complementarias son requeridas para la ejecución del contrato principal deberán ser previstas en el marco del propio proyecto para evitar el riesgo de no alcanzar los resultados previstos por falta de recursos. También es importante planificar desde el inicio un análisis económico de costo-beneficio del proyecto para luego poder ver el impacto real del mismo. Es fundamental contar con una línea de base sobre la cual se podrá luego medir los resultados alcanzados atribuibles al proyecto. En caso de no contar con una buena línea de base, es casi imposible realizar una evaluación de impacto relevante a los efectos de poder definir que políticas públicas fueron exitosas y por tanto replicables.

En cuanto a la sostenibilidad desde un punto de vista técnico, al involucrar en la creación e implementación a los diferentes actores, las soluciones técnicas implementadas son sostenibles en el tiempo. Por su parte, en relación a los temas financieros, los recursos requeridos implican un reto permanente para las instituciones responsables.

En relación a futuras investigaciones, sería sumamente significativo poder tomar en consideración para el análisis y la evaluación, aquellas actividades complementarias a la preocupación del cambio climático, por ejemplo, incentivos en el uso del suelo para promover un uso más eficiente del transporte (más pasajeros por kilómetro del vehículo), el desarrollo de corredores BRT (con el fin de reducir el promedio de kilómetros recorridos), y un desarrollo acelerado de alternativas al transporte no motorizado, entre otros. La mayor parte de las medidas identificadas, en caso de interrelacionarse presentarían efectos sinérgicos significativos con un efecto expansivo en la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero. Si bien sabemos que los impactos directos más significativos en términos de reducción de las emisiones de CO₂ provienen de la implementación de proyectos de BRT, también resultaba valioso analizar los resultados antes de la construcción del mismo en la ciudad de Rosario, para extraer de manera más pura los significantes resultados provenientes de la simple y poco costosa construcción de ciclo vía.

REFERENCIAS

American University School of International Service y el BID (2013). "Biciudades 2013: estudio regional acerca del uso de la bicicleta como medio de transporte en America Latina y el Caribe."

Ariela D'Angola, Laura Dawidowsky, Dario R. Gomez, Mauricio Osses (2009). On road traffic emission in a megacity.

Ayesa (2014). Estudio de Integración modal bici-transporte público, Municipio de León, Guanajuato.

CAI (2012). "Estimación de la línea base de emisiones de CO₂ del proyecto: Diseño y construcción de ciclo vías sobre la Bv. 27 de Febrero y Bv. Ovidio Lagos, en la Ciudad de Rosario".

- Clean Air Institute (2008). Encuesta Origen – Destino de Rosario.
- Consortio Investigador Probici (2010). Guía de la Movilidad Ciclista. Métodos y técnicas para el fomento de la bicicleta en áreas urbanas.
- CROW (2011). "Manual de Diseño para el Tráfico de Bicicletas"
- Daniel Antonio Andres, Eduardo Joaquin Ferrero y Cesar Eliecer Mackler - Universidad Tecnológica Nacional. "Contaminación del aire en ciudades debido al uso de combustibles en vehículos".
- Department of Transport UK (2015). TAG Unit A3. Environmental Impact Appraisal.
- Det Kologiske Rad, Denmark(2002). Cycling will improve environment and health.
- DfT (TAG), UK (2010). Guidance on the Appraisal of Walking and Cycling Schemes.
- Embajada Britanica Santiago, UK (2011). Santiago Transport Green Zone.
- European Commission (1999). Cycling, the ahead for towns and cities.
- European Cyclists Federation (2011). Cycle more often 2 cool down the planet. Quantifying CO2 savings of cycling.
- F.C. Moore & D.B. Diaz (2015). Temperature impacts on economic growth warrant stringent mitigation policy, Nature Climate Change 5, 127-131.
- Galilea, P. y Ortúzar, ID. (2005). "Valuing Noise Level Reductions in a Residential Location Context".
- GORE (2012). "Revisión y Actualización del Plan Maestro de Ciclovías del Gran Santiago y Plan de Obras".
- Horvath(2003). Pavement Life-Cycle Assessment Tool for Environmental and Economic effects.
- J.M. Matute and M.V. Chester (2014). Cost-Effectiveness of Reductions in Greenhouse Gas Emissions from California High-Speed Rail and Urban Transportation Projects.
- Julian Rivera y Ariel Guerry-Universidad Tecnológica Nacional. "Propuesta de Evaluación de Impacto Ambiental Vial para la Ciudad de la Plata".
- Lindsay G, Macmillan A. y Woodward A., New Zeland (2011). Moving urban trips from cars to bicycles: impact on health and emissions.
- Los Angeles County Metropolitan Transportation Authority (2010). Greenhouse Gas Emissions Cost Effectiveness Study.
- Mapocho Pedaleable (2011). Informe Final Curso Evaluación Social de Proyectos de Transporte.
- Ortúzar, J. de D., Iacobelli, A. y Valeze, C. (2000). Estimating demand for a cycle-way network, Transportation Research Part A: Policy and Practice".

Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) (2008). Plan de Seguimiento del Programa de Fomento al Uso de la Bicicleta en las comunas de Santiago, Providencia y Nuñoa.

SDNCE/CCGCE (2014). Guidance note on social value of carbon in project appraisal.

SECTRA (Chile) (2013). Análisis y Evaluación del Plan Maestro de Ciclovías del Gran Santiago.

Stanford University - Bjorn Carey (2006). Article "Less Pollution on City Sidewalks than Streets".

Subtrans (2012). Análisis de la conectividad de Ciclovías en el Gran Santiago.

UNC Highway Safety Research Center (2013). Costs for Pedestrian and Bicyclist Infrastructure Improvements.

Victoria Transport Policy Institute, Canadá (2009). Transportation Cost and Benefit Analysis Techniques, Estimates and Implications [Second Edition].

World Bank (2015). Implementation Completion and Results Report (TF-09304)

Wright, L. and L. Fulton (2005). Climate Change Mitigation and Transport in Developing Nations, Transport Reviews, Vol. 25, No. 6, pp-691-717.

ANEXO I – Plano de Ciclovías de Rosario

