Documento del Banco Interamericano de Desarrollo

División de Gestión Fiscal y Municipal

URUGUAY

Programa de Mejoramiento de Barrios II

(UR-L1O84)

Evaluación Económica

Montevideo, Septiembre de 2013

Contenido

[1. Introducción 1](#_Toc366836875)

[2. Metodología y supuestos 3](#_Toc366836876)

[3. Beneficios 7](#_Toc366836877)

[4. Costos 9](#_Toc366836878)

[5. Resultados de Evaluación Económica. 11](#_Toc366836879)

[6. Análisis de Sensibilidad. 12](#_Toc366836880)

[7. Límites de inversión por proyecto. 12](#_Toc366836881)

[8. Conclusiones. 14](#_Toc366836882)

[9. Bibliografía y Fuentes: 15](#_Toc366836883)

[10. Anexo I. Especificación del Modelo de Precios Hedónicos y resultados estadísticos 16](#_Toc366836884)

Uruguay

Programa de Mejoramiento de Barrios II

(AR-L 1084)

Evaluación Económica

# Introducción

* 1. Uruguay ha afianzado un sólido marco macroeconómico y ha estado a la vanguardia en la implementación de programas sociales que han contribuido a la reducción de los niveles de pobreza desde un 34,4% en 2006 a un 12,4% en 2012[[1]](#footnote-1). Sin embargo, los avances observados no han sido suficientes para superar las aún persistentes desigualdades en la distribución del ingreso.
  2. El país está altamente urbanizado, con 95% de sus 3.3 millones de habitantes residiendo en áreas urbanas, pero donde aún el 5% de la población (49 mil viviendas, 165 mil habitantes/ 48.000 hogares) viven en zonas con algún déficit de acceso a servicios básicos y sin seguridad de tenencia, denominados asentamientos[[2]](#footnote-2). Las principales falencias de los hogares residentes en asentamientos se relacionan con la ausencia de soluciones adecuadas de saneamiento, una red vial deficiente, acceso limitado a transporte público, ausencia o mal estado de sistemas de drenajes y baja calidad ambiental. Los asentamientos presentan también déficit de espacios públicos y/o recreativos, de centros comunitarios y de servicios sociales. Asimismo, el régimen de tenencia de la propiedad es irregular, lo que limita la capacidad de movilidad, el acceso al crédito y la acumulación de capital.
  3. En estas áreas residen hogares con altos niveles de pobreza y con características demográficas y sociales que agudizan su vulnerabilidad. El porcentaje de ocupados en los asentamientos es significativamente inferior al del resto del país (44 y 49% respectivamente), a pesar de que la población inactiva es superior a la del resto del país (7.6 y 5.6 % respectivamente). El ingreso del hogar en asentamientos irregulares es de un 65 % del ingreso promedio de los hogares a nivel nacional[[3]](#footnote-3). También se acentúan las disparidades de género: mientras que la proporción de mujeres jefas de hogar es del 25%[[4]](#footnote-4) a nivel nacional (entre 19 y 50 años), en una muestra de asentamientos la misma fue del 36%.
  4. El Programa de Mejoramientos de Barrios II, como segunda etapa de un CCLIP, mantiene su abordaje integral, atendiendo paralelamente tanto las necesidades de infraestructura física como de acceso a servicios sociales de la población. El programa se integra por tres componentes. El Componente 1 de Mejoramiento de Barrios, financia acciones que buscan (i) ampliar o mejorar la infraestructura y los servicios urbanos básicos en los asentamientos e integrarlos a la ciudad; (ii) mejorar el entorno ecológico; (iii) reducir la vulnerabilidad de la población asentada en zonas de riesgo frente a amenazas de origen natural; y (iv) proveer o rehabilitar el equipamiento y mobiliario urbanos. Este componente financia también las actividades requeridas para otorgar títulos de propiedad a las familias residentes así como acciones de desarrollo barrial y social. El componente 2 de actuaciones urbanas integrales en áreas degradadas, financiará intervenciones destinadas a poner en valor áreas urbanas que por diversos motivos han decaído en su funcionalidad y vocación económica a pesar de que poseen la totalidad de los servicios públicos. Finalmente el componente 3 de Fortalecimiento institucional, tiene el objetivo de mejorar las capacidades de diseño de políticas y de gestión operativa de las instituciones con responsabilidades de ejecución del programa.
  5. El análisis económico se concentra en el componente 1 de mejoramiento de Barrios, eje central de las intervenciones del Programa, mediante la evaluación de una muestra representativa de proyectos. Este componente representa el 74% de los recursos del programa, lo cuales se destinarán en una alta proporción al financiamiento de infraestructura y servicios básicos (agua potable, drenaje, vialidad, electrificación y alumbrado público, obras viales, equipamiento social y comunitario) en asentamientos informales.
  6. Sobre la muestra representativa se realizó una evaluación económica del tipo costo-beneficio, basada en la valorización inmobiliaria esperada producto de la intervención. Durante la primera etapa del CCLIP, con apoyo del Banco, se desarrolló un modelo de precios hedónicos para estimar el impacto de las intervenciones del programa sobre el valor de las viviendas beneficiarias. El modelo posibilitó estimar la valorización producida para cada tipo de intervención propuesta: acceso vial, drenaje, agua potable, saneamiento, electricidad, alumbrado público, equipamiento social, y regularización de las propiedades). El resultado obtenido mostró una valorización producto de la intervención equivalente, en promedio, a un 154% del valor inmueble[[5]](#footnote-5).
  7. Es importante destacar que en el desarrollo del modelo se buscó explícitamente que la metodología de evaluación, y los resultados obtenidos fuesen replicables y válidos para estimar beneficios de las intervenciones del programa. Por ello, la presente evaluación parte de estos resultados, ya que no existen razones técnicas para pensar que los coeficientes de valorización estimados durante la primera fase se hayan modificado[[6]](#footnote-6).
  8. Al igual que los resultados del primer tramo del CCLIP, los de este estarían indicando una alta rentabilidad del componente de mejoramiento de barrios, que sólo podría modificarse con fuertes variaciones en los costos de inversión de las obras, o en las valorizaciones de los inmuebles. A continuación se detalla la metodología y los principales supuestos y resultados del análisis costo-beneficio realizado.

# Metodología y supuestos

* 1. Para la evaluación del programa se adoptó el método de Análisis de Costo- Beneficio que permite, a partir de la comparación de costos y beneficios resultantes de cada intervención, analizar la rentabilidad económica de la misma. La metodología requiere estimar los flujos económicos que cada proyecto genera al conjunto de la sociedad independientemente de quienes sean sus beneficiaros o financiadores directos debiendo, por tanto, reconocerse la existencia de externalidades, tanto positivas como negativas. Es importante también considerar sólo los beneficios y costos incrementales de cada intervención del programa para poder comparar la “situación con programa” con la que se hubiese dado en ausencia del mismo, la “situación sin programa”.
  2. En la identificación de los costos económicos del programa se incluyeron los costos incrementales de inversión, operación y mantenimiento asociados a los resultados que se espera obtener con cada proyecto. No se computan los costos de posibles externalidades negativas sobre el bienestar de algún grupo de la sociedad debido que a las mismas no se consideran ni significativas ni permanentes en los proyectos de la muestra[[7]](#footnote-7).
  3. Luego de evaluar los recursos insumidos en cada proyecto se corrigieron los precios de mercado, para eliminar el efecto de impuestos y subsidios sobre el costo de las inversiones, y llegar a los precios económicos que reflejen el verdadero costo de oportunidad que los recursos tienen para la sociedad.
  4. Para la valuación de los beneficios de las intervenciones propuestas, se adoptó, la técnica de los precios hedónicos (Lancaster 1966, Rosen, 1974, Freeman, 1974) que se basa en pensar el valor de un producto diferenciado como la suma de los valores de los atributos que dicho producto posee. La idea central es que los atributos no se transan explícitamente en los mercados sino que componen un paquete de características que se transfieren junto con los derechos de propiedad del bien. Sobre esta idea y utilizando técnicas econométricas es posible determinar una "ecuación hedónica", a través de la cual se puede estimar el cambio en el precio del bien ante un cambio en uno de sus atributos.
  5. El campo de la economía urbana ha sido muy prolífico en el análisis de los valores de los inmuebles y de sus determinantes a través del enfoque de los precios hedónicos. Los numerosos trabajos sobre el tema, en general, se refieren a Estados Unidos de América, y tienen como antecedentes más lejanos en el tiempo el estudio pionero de Ridker y Henning (1967) y los de Kain y Quingley (1970 a, b). Los estudios referidos al caso uruguayo son escasos. Martha Siniacoff (2010) estima una función de precios hedónicos a partir de datos de transacciones de inmuebles inscriptas en la Dirección General de Registros en Montevideo. La estimación realizada para el año 2001[[8]](#footnote-8), muestra que las variables relacionadas con los servicios públicos existentes (alumbrado público, transporte y calidad de las vías de tránsito) resultan significativas en la formación de precios.
  6. Natalia Garabato -Magdalena Ramada-Sarasola (2012) estiman precios hedónicos para 34 mercados diferentes (20 barrios de Montevideo y 14 localidades del interior del país) de Uruguay. Las estimaciones realizadas a partir de datos de la Encuesta Nacional de Hogares del 2006 del Instituto Nacional de Estadísticas (INE) muestran que, aún en los barrios más pobre[[9]](#footnote-9), donde todas las construcciones son precarias y las viviendas tienen mayores déficits y problemas constructivos, el valor de estas se ve significativamente impactado por dichas características. En dichos barrios la disponibilidad de agua, electricidad y saneamiento dentro de la vivienda tiene un impacto (18%) sobre el valor de las mismas. Además, el acceso a cada servicio público[[10]](#footnote-10) muestra un impacto sobre el valor del inmueble del 25% y la elasticidad resultante del tipo de barrio[[11]](#footnote-11) es como mínimo del 44%. Finalmente, entre otras consideraciones establecen que el mercado informal de viviendas presenta una mayor elasticidad precio[[12]](#footnote-12) e ingresos[[13]](#footnote-13) que el mercado formal, por lo que parecería que el primero funciona como un mercado inmobiliario más consolidado.
  7. Como fuera señalado en la introducción, durante la fase de preparación del Programa de Mejoramiento de Barrios se desarrolló, con apoyo del BID, un modelo de precios hedónicos para estimar el impacto de las intervenciones del programa en las viviendas beneficiarias. Para el desarrollo del modelo se efectuaron encuestas específicas a una muestra de viviendas localizadas en el área del proyecto (asentamientos irregulares en Pando y Montevideo), y a una muestra de control fuera del área. Ellas incluyeron básicamente la determinación del valor de la propiedad por medio de consulta directa al propietario (o arrendatario) y de variables seleccionadas en función de su relación con las intervenciones del programa y su significación estadística (caracterización del inmueble, disponibilidad de infraestructura y servicios, accesibilidad y otras representativas tanto de aspectos sociales como ambientales). La muestra de viviendas utilizadas siguió un diseño factorial contemplándose un total de 882 casos útiles.
  8. A los datos obtenidos, se aplicaron los procedimientos estadísticos y econométricos usuales que permitieron disponer de la medida de los impactos de las inversiones sobre el valor de las propiedades de cada una de las variables de interés. El modelo seleccionado, con una especificación semilogarítmica[[14]](#footnote-14), mostró un ajuste global relativamente bueno y efectivo en términos estadístico[[15]](#footnote-15). En la tabla siguiente se presenta cada una de las variables que resultaron estadísticamente significativas incluyendo las relevantes para evaluar las distintas acciones del programa. Junto a cada variable se indica el coeficiente de la respectiva ecuación hedónica, cuya variable dependiente es el logaritmo natural del precio de la propiedad, así como la desviación estándar de este coeficiente y el valor promedio observado para cada variable. La última columna muestra los efectos marginales de cada una de las variables relevantes para el programa.

**Tabla I. Resultados Finales del Modelo de Precios Hedónicos**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Variable | Coeficiente | Desvío Estándar | Valor Medio de la Variable | Incidencia sobre el Valor |
| Constante de la Ecuación | 8,027049 | 0,13693 | 1 |  |
| Acceso con Calle entre 6 a 8 mts | 0,339572 | 0,26312 | 0,9 | 35,66% |
| Inundación del Barrio | -0,241779 | 0,06507 | 19,9 | 27,08% |
| Inunda Vivienda totalmente | -0,346131 | 0,12987 | 4,5 | 40,17% |
| No dispone de Red de Agua Potable | -0,531014 | 0,18941 | 2,0 | 67,04% |
| Dispone de Baño con cisterna que funciona | 0,283751 | 0,06610 | 70,7 | 32,52% |
| Evacuación de Baño: Red o Pozo Negro | 0,371977 | 0,07521 | 81,9 | 44,65% |
| Red Eléctrica: No existe o Muy Mala | -0,146505 | 0,08890 | 10,2 | 15,32% |
| Alumbrado Público | -0,155441 | 0,06810 | 16,5 | 16,55% |
| Cantidad de Equipamiento social | 0,031703 | 0,01693 | 2,09 | 3,17% |
| Servicio de Recolección Residuos Solidos | 0,190758 | 0,07143 | 83,0 |  |
| Material del Piso : solo contrapiso | -0,264795 | 0,06602 | 19,4 |  |
| Paredes Exteriores : s/revest o material liviano | -0,094686 | 0,05625 | 56,0 |  |
| Material del Techo: Material liviano | -0,360770 | 0,05765 | 61,7 |  |
| Total de Dormitorios | 0,230973 | 0,03778 | 1,87 |  |
| Propietario del Terreno | 0,133573 | 0,05767 | 28,6 | 14,10% |
| Unidad Monetaria | -1,173193 | 0,05642 | 55,4% |  |

Fuente: Hugo Roche 2008.

* 1. Los efectos marginales determinados por la ecuación de precios hedónicos serán utilizados para evaluar los proyectos de la muestra, cuyo costo estimado representa el 22% del monto total de la operación. Los proyectos seleccionados abarcan una amplia proporción de las singularidades técnicas y ambientales del universo potencial de intervenciones que compondrán el Programa. En todos los casos, se ha concluido la etapa de diagnóstico y se encuentran en proceso de elaboración la propuesta integral. La misma es desarrollada por firmas consultoras, contratadas para tal fin con recursos del programa actualmente en ejecución, con la participación de los habitantes de los asentamientos beneficiarios. En el cuadro siguiente se presenta un resumen de la información relativa a cada proyecto.

**Tabla II. Proyectos de la Muestra**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Depart/ Localidad | Asentamiento | Precios de mercado (jun-13) | | Viviendas Beneficiadas | | | | U$S por vivienda |
| U$ | U$S | Asentam | Frentista | Realojos | Total |
| Montevideo | Vecinal 28-La Estrella | 34.319.176 | 1.659.898 | 81 | 33 | 7 | 121 | 13.718 |
| Anagualpo y Timote | 27.538.355 | 1.331.933 | 44 | 23 | 8 | 75 | 17.759 |
| Campichuelo-Itape | 39.695.365 | 1.919.925 | 39 | 58 | 13 | 110 | 17.454 |
| El tanque-Villa Prosperidad | 74.540.606 | 3.605.267 | 99 | 110 | 7 | 216 | 16.691 |
| 6 de diciembre | 110.971.908 | 5.367.321 | 125 | 42 | 30 | 197 | 27.245 |
| Salto | Barrio Artigas | 162.030.218 | 7.836.832 | 180 | 80 | 20 | 280 | 27.989 |
| **Total Muestra** | | ***449.095.628*** | ***21.721.177*** | ***568*** | ***346*** | ***85*** | ***999*** | ***21.742,92*** |
| Total Programa | | 2.067.547.368 | 100.000.000 |  |  |  |  |  |
| **Muestra / Programa** | | **22%** | **22%** |  |  |  |  |  |

* 1. Supuestos básicos. Para determinar la viabilidad económica del proyecto se consideró:
     + Período de análisis de 20 años para la cuantificación de los flujos de beneficios y costos. Este período es compatible con la vida útil de las obras consideradas. Si bien en algunos casos existe un valor remanente de la inversión, el mismo no se adicionó en el año 20.
     + Tasa de descuento del 12% para expresar los flujos en valor presente. Esta tasa arroja valores conservadores ya que las tasas de mercado actualmente se encuentran muy por debajo de dicho valor. De hecho, para la presente operación se supone que el Banco invierte USD 70 millones en este proyecto y que la condiciones financieras del endeudamiento con el Banco consisten en: (a) período de gracia de 5 años; (b) período de repago de 25 años y (iii) tasa de interés de alrededor del 4%.
     + Se dedujo de los costos de inversión el IVA, ya que el pago de impuestos constituye una transferencia de suma cero de los privados al gobierno (no se asumen diferencias en el grado de eficiencia en el uso de estos recursos de acuerdo al sector).
     + Los valores expresado en U$S consideran una tasa de cambio (promedio de dicho mes) de 20,675.
     + Se consideraron tres escenarios de variación en los resultados encontrados (análisis de sensibilidad), ante cambios en los costos de inversión y valorización esperada de los inmuebles.

# Beneficios

* 1. Para el cálculo del valor inmobiliario, sobre los cuales se computará el beneficio, se extrajeron de la encuesta continua de hogares (ECH) del INE para el 2011, los datos de valor locativo o de alquiler correspondientes a hogares localizados en barrios elegibles por el programa[[16]](#footnote-16). El valor locativo promedio obtenido, actualizado a junio de 2013 por el Indice del Costo de la Construcción (ICC)[[17]](#footnote-17), se asumió como el valor de la renta de que produce el inmueble. En función de lo anterior, se puede estimar el valor del inmueble (capital) como equivalente a la renta obtenida (alquiler) divida su tasa de rentabilidad. De acuerdo a la metodología testeada y utilizada por la Intendencia Municipal de Montevideo[[18]](#footnote-18) la tasa de rentabilidad de las categorías más bajas de inmuebles residenciales ronda entre el 12% y el 16% anual, según la siguiente tabla.

**Tabla III. Rentabilidad inmobiliaria para uso residencial bajo**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Tasa | 12% | 13% | 14% | 15% | 16% |
| Entorno | Muy Bueno | Bueno | Regular | Malo | Deficiente |
| Uso | Bueno | Adecuado | regular | malo | Deficiente |
| Categoría | MB | B | Económica | Muy Ec | + muy Ec |
| Estado | MB | B | R | M | Ruinoso |
| Proyecto | MB | B | R | M | Def |
| Vida Probable | +35 | 35-30 | 29-25 | 24-20 | - 20 |
| Edad | 0-11 | 11-20 | 21-30 | 31-40 | + de 40 |
| Demanda | nula | Baja | normal | alta | Excep |

Fuente: Dirección de Catastro, IMM

* 1. A partir de los supuestos mencionados se obtuvo el valor promedio de los inmuebles de los barrios elegibles por el programa, así como el valor promedio de los inmuebles que cumplen con las características de los beneficiarios de los asentamientos. Adicionalmente, se seleccionaron de la ECH inmuebles con características (constructivas) similares a las viviendas de realojos. Con el fin de testear estos valores, en la última fila de la tabla IV se incluyeron los precios obtenidos en la encuesta realizada en octubre de 2007 para la estimación del modelo de precios hedónicos, actualizados a junio 2013 por el ICC.

**Tabla IV. Valor promedio de los inmuebles beneficiarios**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Valor de la vivienda | Valor Medio Barrios elegibles | | Viviendas objetivo (1) | | Frentistas  (2) | | Viviendas de realojo (3) | |
| U$ | U$S | U$ | U$S | U$ | U$S | U$ | U$S |
| En base a ECH | 323.981 | 15.670 | 204.707 | 9.901 | 440.789 | 21.319 | 566.292 | 27.390 |
| Rentabilidad mensual | | 1,25% |  | 1,33% |  | 1,25% |  | 1,17% |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Encuesta PMB (4) | 270.034 | 13.061 | 186.741 | 9.032 | 443.138 | 21.433 |  |  |

(1) Considera las viviendas sin red de saneamiento, con problemas de inundación, con un baño como máximo, sin propiedad del terreno. (2) viviendas con tenencia del terreno (3) viviendas con características similares a las construidas para realojos. (4) actualizados por la inflación del período en base a ICC.

Tasa de cambio US por U$: 19,314 promedio 2011, Variación ICC junio 2013/promedio 2011: 1,275; junio 2013/promedio octubre 2007: 1,9

* 1. Aplicando los impactos determinados por la ecuación de precios hedónicos sobre el valor de los inmuebles (del asentamiento, frentistas o resultantes de los realojos) a ser beneficiados por cada tipo de obra, se obtuvieron los beneficios para cada proyecto de la muestra. En este punto es importante destacar que la cantidad de realojos, producto de las obras de infraestructura o de condiciones socio-ambientales, fue limitada para cada proyecto al 20% del total de las viviendas existentes. Restricción que para la muestra considerada, se vuelve operativa en el caso del Barrio 6 de diciembre y de Campichuelo-Itape. El beneficio (valor inmobiliario de las nuevas viviendas) incorporado en el caso de los realojos es neto de la pérdida del valor del inmueble que resulta reemplazado. La tabla V muestra los beneficios esperados de cada intervención.
  2. Aunque en ciertos casos se ha observado que los valores inmobiliarios aumentan desde el momento que se da a conocer la inversión, dado que el mercado descuenta el incremento futuro, aquí se supone que los beneficios se producen al momento de finalizar las obras que como máximo duran 2 años. Si estos se produjeran en forma anticipada la rentabilidad de los proyectos de la muestra aumentaría de manera sustancial.
  3. Finalmente, se debe destacar que el impacto de la titularidad de la propiedad del terreno incide efectivamente cuando el propietario de la vivienda se convierte también en propietario del terreno, lo que se produce de acuerdo con la experiencia del Programa, varios años después de finalizadas las obras, por lo que se computó como beneficio el valor actual[[19]](#footnote-19) de la valorización estimada producto de la regularización.

**Tabla V**

**Beneficios por Proyecto y tipo de intervención, valores económicos en U$S de junio de 2013**

|  | **Vecinal 28 - La Estrella** | **Anagualpo y Timote** | **Campichuelo -Itape** | **El tanque-Villa Prosperidad** | **6 de diciembre** | **Barrio Artigas** | **Total** |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Vialidad | 536.868 | 301.962 | 589.234 | 1.185.813 | 760.640 | 1.243.723 | 4.618.240 |
| Drenaje | 407.694 | 229.308 | 447.461 | 90.318 | 577.626 | 944.476 | 2.696.883 |
| Inundaciones en la vivienda | - | 15.909 | - | - | - | - | 15.909 |
| Agua Potable | 66.376 | 132.752 | - | 464.632 | 403.343 | 431.444 | 1.498.546 |
| Baño | 122.352 | 115.912 | 122.352 | 630.748 | 326.914 | 458.173 | 1.776.451 |
| Saneamiento | 154.727 | 88.415 | 137.044 | 437.657 | 742.979 | 863.662 | 2.424.485 |
| Red eléctrica | 122.863 | 54.606 | 63.707 | 150.166 | 326.781 | 534.319 | 1.252.441 |
| Alumbrado Público | 249.163 | 140.142 | 273.467 | 550.342 | 353.017 | 577.219 | 2.143.350 |
| Equipamiento social | 158.993 | 134.227 | 323.089 | 264.917 | 421.859 | 1.127.363 | 2.430.449 |
| Titularización | 64.164 | 28.517 | 33.270 | 78.423 | 99.018 | 142.586 | 445.979 |
| Realojo | 286.597 | 348.379 | 426.791 | 286.597 | 1.254.323 | 1.068.967 | 3.671.654 |
| **Total** | **2.169.797** | **1.590.131** | 2.416.415 | **4.139.612** | **5.266.500** | **7.391.933** | 22.974.386 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| **Viviendas Beneficiadas** | | | | | | | |
| Asentamiento | 81 | 44 | 42,0 | 99 | 125 | 180 | 568 |
| Realojos | 7 | 8 | 10 | 7 | 30 | 20 | 85 |
| Frentistas | 33 | 23 | 58 | 110 | 42 | 80 | 346 |
| **Total** | **121** | **75** | **110,0** | **216** | **197** | **280** | **999** |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| Promedio por vivienda | 17.932 | 21.202 | 21.967 | 19.165 | 26.734 | 26.400 | 22.997 |
| **% valorización** | **1,28** | **1,39** | **1,25** | **1,18** | **1,78** | **1,83** | **1,50** |

# Costos

* 1. Los costos de la muestra incluyen costos de: (i) inversión; (ii) administración, operación y mantenimiento, y (iii) de la UCP y de los equipos técnicos contratados para la formulación y seguimientos de las intervenciones, según se describe a continuación.
  2. Costos de inversión: los costos totales de inversión ascienden a 449,1 millones de pesos uruguayos y se ejecutan en dos años consecutivos. Estos costos descontados del IVA fueron convertidos a valores sociales en función de los factores de conversión (FC) de la tabla VI.

**Tabla VI. Factores de conversión utilizados**

| **Tipo de obra** | **Factor de conversión a precios sociales (FC)** |
| --- | --- |
| Saneamiento | 0,935 |
| Vialidad | 0,944 |
| Regularización | 1,000 |
| Control inundaciones | 0,913 |
| Agua potable | 0,925 |
| Realojamientos | 0,92 |
| Red eléctrica | 0,93 |
| Baños y materiales hábitat | 0,93 |
| Alumbrado público | 0,93 |
| Equipamiento social | 0,93 |
| Terrenos densificación | 1,00 |
| Planificación y proyectos | 0,92 |
| Imprevistos | 0,92 |
| Administración | 0,92 |

Fuente: Hugo Roche (2008)

* 1. Costos de administración, operación y mantenimiento (AOM). Los costos de AOM aplicables a cada tipo de obra se estimaron como porcentaje de la inversión inicial de acuerdo con la metodología elaborada para el PMB. La tabla VII, muestra los porcentajes de los costos de AOM (en valor presente al 12%) en relación con la inversión inicial, a precios de eficiencia.

**Tabla VII: Costos de Administración, Operación y Mantenimiento de las inversiones.**

|  |  |
| --- | --- |
| **Tipo de obra** | **VP AOM /Inv. (%)** |
| Saneamiento | 8% |
| Vialidad | 10% |
| Regularización | 0% |
| Control inundaciones | 10% |
| Agua potable | 8% |
| Realojamientos | 0% |
| Red eléctrica | 2% |
| Baños y materiales hábitat | 0% |
| Alumbrado público | 2% |
| Equipamiento social | 2% |

Fuente: Roche, Propuesta Reglamento Operativo, Junio 2008

* 1. Costos de la Unidad Ejecutora y Equipos técnicos (diagnóstico y diseños integral y participativos de los proyectos, administración y esupervisión de las obras, administración del programa). En base a los resultados del informe de evaluación del Programa Mejoramiento de Barrios (PMB) de Julio de 2013[[20]](#footnote-20), se ha estimado que estos costos alcanzan al 10% de la inversión inicial.
  2. En la Tabla VIII se resumen todos los costos económicos incrementales asociados a la muestra en evaluación, a precios de eficiencia de junio de 2013.

**Tabla VIII: Costos por proyecto y rubros, a precios de eficiencia. En U$S de junio de 2013**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Proyecto | Inversión | AOM | UCP + ET | Total | Costo por Vivienda |
|
| Vecinal 28-La Estrella | 1.270.245 | 101.779 | 124.728 | 1.496.752 | 12.370 |
| Anagualpo y Timote | 942.043 | 104.237 | 100.441 | 1.146.721 | 15.290 |
| Campichuelo-Itape | 1.417.006 | 167.931 | 144.781 | 1.729.718 | 15.725 |
| El tanque-Villa Prosperidad | 2.780.873 | 261.845 | 271.873 | 3.314.591 | 15.345 |
| 6 de diciembre | 4.047.488 | 323.799 | 368.321 | 4.739.609 | 24.059 |
| Barrio Artigas | 6.003.840 | 357.249 | 600.384 | 6.961.473 | 24.862 |
| ***Total*** | ***16.461.495*** | ***1.316.840*** | ***1.610.528*** | ***19.388.863*** | 19.408 |

* 1. Aunque los proyectos del programa típicamente suponen plazos de ejecución de las obras de 18 meses[[21]](#footnote-21), se supuso que las inversiones se realizan a lo largo de dos años completos, lo que implicaría una pequeña subestimación de la rentabilidad de los proyectos de la muestra.

# Resultados de Evaluación Económica.

* 1. Bajo los supuestos y estimaciones anteriormente analizadas, el VAN de los beneficios de la muestra de proyectos alcanzo a U$S 1,9 millones, con una tasa interna de retorno económico del 49%.

**Tabla IX: Rentabilidad Esperada. Valores de eficiencia, en miles de U$S de junio de 2013**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Barrio | Costos | Beneficios | VAN | TIR |
| Vecinal 28-La Estrella | 1.496,8 | 2.169,8 | 422,5 | 71% |
| Anagualpo y Timote | 1.146,7 | 1.590,1 | 252,6 | 54% |
| Campichuelo-Itape | 1.729,7 | 2.416,4 | 561,8 | 68% |
| El tanque-Villa Prosperidad | 3.314,6 | 4.139,6 | 429,4 | 46% |
| 6 de diciembre | 4.739,6 | 5.266,5 | 227,6 | 40% |
| Barrio Artigas | 6.961,5 | 7.391,9 | 144,4 | 31% |
| ***Total Muestra*** | ***19.388,9*** | ***22.974,4*** | ***1.870,3*** | ***49%*** |

* 1. El programa sólo tiene flujos netos de beneficios en el segundo año de ejecución, mientras que las inversiones se producen durante los dos primeros años. La mayor rentabilidad se produce en el proyecto Vecinal 28-La Estrella de Montevideo, que aporta el 23% del VAN del total de la muestra, producto de que posee los menores costos de inversión por vivienda mientras el caso opuesto se produce en el proyecto del Barrio Artigas en Salto. En la sección siguiente se analizan distintos escenarios en los cuales la rentabilidad de algunos proyectos podrían volverse negativa.

# Análisis de Sensibilidad.

* 1. Se realizaron dos ejercicios alternativos de sensibilidad, uno teniendo en cuenta diferentes niveles de incrementos en los costos de la inversión (tabla X) y el otro asumiendo diferentes grados de impacto de las inversiones en la valorización de los inmuebles (tabla XI).
  2. En el primero de los casos, se estiman tanto el VAN como la TIRE suponiendo incrementos en los costos de inversión, por encima de los originalmente estimados en el proyecto, de un 3%, 6% y 10%. Los resultados se presentan en la tabla siguiente.

**Tabla X. Ejercicio de Sensibilidad ante variaciones de los Costos**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | | **VAN (Miles de U$S)** | **TIRE** |
| **Porcentaje de aumento de Costos** | **Base (0%)** | **1.870** | **49%** |
| **3%** | 1.489 | 41% |
| **6%** | 1.108 | 33% |
| **10%** | 600 | 23% |

* 1. El segundo ejercicio consistió en re-estimar tres escenarios distintos, a partir del escenario base, asumiendo niveles inferiores de impacto de las inversiones del proyecto sobre la valorización de los inmuebles. Cabe mencionar que aquí sólo se estiman escenarios conservadores donde el nivel de atribución es menor, pero también puede suceder que el sesgo se de en sentido contrario. Es decir, que las elasticidades e incluso los precios se encuentren subestimadas, con relación a lo que finalmente se verifique.

**Tabla XI: Ejercicio de Sensibilidad ante menores niveles de atribución**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | | **VAN (Miles de U$S)** | **TIRE** |
| **Valorización en Porcentaje** | **Base (100%)** | **1.870** | **49%** |
| **97%** | 1.321 | 38% |
| **94%** | 771 | 28% |
| **90%** | 39 | 13% |

* 1. La rentabilidad de la muestra en su conjunto se mantiene positiva aun en una combinación de ambos escenarios con un incremento de costos y una disminución de beneficios simultanea del 6%[[22]](#footnote-22).

# Límites de inversión por proyecto.

* 1. A partir del beneficio promedio por vivienda beneficiaria estimado para la muestra representativa analizada, es posible determinar un valor de corte de costo-eficiencia que posibilite analizar rápidamente la elegibilidad de los proyectos. Para esto se proponen los siguientes ajustes:
  2. Para llevar los beneficios a precios de mercado se ha ajustado el valor promedio de la muestra de los beneficios por vivienda por el factor de precios de eficiencia por tipo de intervención (0,931)[[23]](#footnote-23), aumentando con ello el valor de los beneficios por vivienda, que alcanzarían unos U$S 24.708.
  3. Para poder compararlos en forma directa con los costos de inversión, a los beneficios obtenidos deben descontarse los costos de administración del programa y de los equipos técnicos que se estimaron en un 10% (ET y UCP), por lo que el valor de corte se reduce en esta proporción. Deben descontarse también, los costos incrementales de administración operación y mantenimiento de las nuevas infraestructuras que, en promedio, se han estimado en un 5%. Finalmente, se consideró un costo adicional del 5% en concepto de imprevistos.
  4. Considerando todos los elementos indicados se obtiene un coeficiente de corte de costo-eficiencia de U$S 19.750 por vivienda, a precios de junio del 2013. Para mitigar los problemas asociados con la inflación y la devaluación se propone que dicho valor (equivalente a 408.350 pesos uruguayos de junio de 2013) sea actualizado por el ICC desde dicha fecha hasta el momento de la evaluación de cada intervención.

**Tabla XII: Coeficiente de Corte Costo-eficiencia**

|  |  |
| --- | --- |
|  | **U$S por vivienda** |
| Beneficio medio de la muestra en valores sociales | 22.997 |
| RPC (promedio) | 0,931 |
| Beneficios medios de la muestra en precios de mercado | 24.708 |
| Costos AOM (5,1% promedio) | 1.251 |
| Costos ET + UCP (10%) | 2.471 |
| Imprevisto (5%) | 1.235 |
| ***Beneficio neto a valores de mercado*** | ***19.750*** |

* 1. La actualización del valor de corte mediante el Índice del Costo de la Construcción busca evitar el desfasaje generado en la primera etapa del PMB, en la cual el valor de corte fue fijado en unidades indexadas (UI 84.443). Esta unidad de medida había sido incorporada con el fin de evitar los desfasajes que podrían producirse por modificaciones en el tipo de cambio y/o en la tasa de inflación. No obstante, durante el tiempo transcurrido desde la fijación de dicho límite (marzo 2008) y la actualidad[[24]](#footnote-24), las UI han mantenido una tasa de crecimiento significativamente inferior (48,7%) a la del costo de la construcción (78,8%) generado un atraso en el límite establecido.

# Conclusiones.

* 1. La muestra analizada señala que el conjunto de proyectos a ser financiados resultan ser rentables desde el punto de vista económico, incluso ante escenarios más conservadores en cuanto a los costos de la inversión y el nivel valorización de las áreas donde se van a realizar las intervenciones, lo cual es compatible, no sólo con los resultados de la exhaustiva evaluación económica de la primera etapa, sino en general con los resultados observados para programas similares en otras partes de la región. Sólo en escenarios negativos (poco probables), el programa no tendría una rentabilidad positiva.
  2. Los problemas sociales y económicos asociados a la carencia de los servicios básicos como los provistos por el programa suelen ser muy importantes. En general, los costos de acceso a agua potable son muy elevados para las familias más pobres, y además la calidad de la misma puede no ser la adecuada, generando elevados costos adicionales como consecuencia de la proliferación de enfermedades, principalmente gastrointestinales.
  3. La mala disposición de aguas negras también impone elevados costos ambientales, además de generar focos de contaminación que pueden conducir a epidemias. Las vías en mal estado o con dimensiones inadecuadas imponen elevados costos en su mantenimiento y en el de los vehículos, generan además un aumento en la incidencia de enfermedades respiratorias y dificultan la movilidad interior al barrio, imposibilitando el transporte público e incluso el acceso en casos de emergencias. La falta de vías en algunos casos, o de su registro por parte de las autoridades públicas, conlleva importantes limitaciones a quienes viven en los asentamientos, a la hora de realizar cualquier acción que requiera declarar el domicilio, entre ellas la búsqueda de trabajo.
  4. La electrificación urbana sustituye fuentes alternativas menos seguras, reduciéndose sustancialmente la incidencia de accidentes tales como incendios (con las pérdidas sociales y materiales asociadas a los mismos). Por su parte, la iluminación pública tiene, entre otros beneficios, un efecto positivo sobre el nivel de seguridad real y percibida en los barrios. En este contexto, la introducción de servicios básicos en los barrios suele tener cuantiosos beneficios al superar (o reducir significativamente) los problemas mencionados anteriormente.
  5. Para efectos de garantizar los resultados económicos del proyecto, y dado que los proyectos de la muestra están siendo diseñados, se considera conveniente revisar los resultados obtenidos con los costos finalmente alcanzados. Asimismo, se recomienda realizar una gestión eficiente del proyecto, a efecto de que el costo final se encuentre dentro de los márgenes considerados.

# Bibliografía y Fuentes:

1. Cuenin, Fernando. 2009. El aporte del análisis económico al diseño, seguimiento y evaluación de proyectos de mejoramiento de barrios. Nota Técnica. Banco Inter-Americano de Desarrollo
2. Ki and Jayantha (2010). “ The Effects of Urban Redevelopment on Neighbourhood Housing Prices”. *International Journal of Urban Sciences,* 14(3), 2010, 276-294.
3. Rosen, Sherwin. 1974. Hedonic prices and implicit markets: Product differentiation in pure competition. *Journal of Political Economy*.
4. María Angélica Sotomayor (2003). Análisis económico de proyectos de mejoramiento urbano. En Breve N 30, Banco Mundial
5. Martha Siniacoff (2010). Variación de los valores de los inmuebles en Montevideo. Estudio longitudinal con metodología de precios hedónicos. [www.catastrolatino.org](http://www.catastrolatino.org)
6. Natalia Garabato Magdalena Ramada-Sarasola (2012) Housing Markets in Uruguay: Determinants of Housing Demand and its Interaction with Public Policies. Working paper series No. IDB-WP-258
7. Hugo Roche (2008). Análisis del impacto económico del programa de mejoramiento de barrios. Aplicación del modelo hedónico. Programa PIAI

# Anexo I. Especificación del Modelo de Precios Hedónicos y resultados estadísticos[[25]](#footnote-25)

La especificación semilogaritmica, del Modelo de Precios Hedónicos puede ser representada por la siguiente expresión:



donde,

P: Valor de la Vivienda asignado por los entrevistados en US$

Xi: Variables Continuas relacionadas con los atributos o características de la vivienda, el barrio o el entorno de la vivienda.

Di: Variables Discretas (Dummies) relacionada con un atributo o característica específica de la vivienda, del barrio o del entorno de la vivienda

α Constante del Modelo/Ecuación

βi Coeficiente/Parámetro de la Variable explicativa Xi

λj Coeficiente de la variable explicativa Dj

ε Residuos estocásticos del Modelo econométrico

Las variables seleccionadas en el modelo fueron identificadas de acuerdo a un criterio de relevancia y significación estadística. Su selección surge de un proceso sistemático de contraste estadístico a partir de una especificación semilogarítmica, yendo de lo general a lo particular, y excluyendo aquellas variables con escasa significación estadística. Las 17 variables explicativas seleccionadas cumplen con los dos criterios clave:

(i) su relevancia en relación con los objetivos del estudio que es el análisis del impacto potencial de una intervención del Programa de Mejoramiento de Barrios sobre el Valor económico de las Viviendas

(ii) su significación estadística y contribución al ajuste estadístico del Modelo Loglineal a los datos de la Muestra.



El ajuste global del modelo es relativamente bueno tomando en cuenta el modelo semilog y la naturaleza longitudinal de los datos. El R2\_Adj= 64%. El F\_statistic es de 98.2 y su P\_value es de 0.000, lo que nos indica que el ajuste de los datos de la muestra al modelo Semilog es buena en términos estadísticos y que el modelo de regresión seleccionado puede ser considerado efectivo.

En relación con la estimación de los coeficientes del modelo, el nivel de los t\_Stats de cada coeficiente muestran valores superiores a 1.7 lo que significa que las variables retenidas tienen un impacto significativo y la probabilidad de que aceptar la Hipótesis H0 ( β =0) es en todos estos casos inferior a 8%. Solamente en 3 casos esta probabilidad es superior al 5%, pero acotada y su limite superior no supera el 10% (“Acceso de 6-8 mts transitable” y “ Paredes sin revestimiento” y “Alumbrado Publico: no mas de 1 lamparita”. Estas variables fueron retenidas principalmente por su relevancia en términos del Modelo Predictivo y el objetivo de simulación de las Acciones del Programa de Mejoramiento de Barrios.



A partir de los resultados obtenidos se calculó la incidencia económica de una modificación de las variables atributos de la vivienda, a partir de los indicadores de impacto[[26]](#footnote-26).

Incidencia en % e Impacto en US$ sobre el Valor de la Vivienda



1. Fuente: Instituto Nacional de Estadística, 2013. [↑](#footnote-ref-1)
2. De acuerdo con el INE un asentamiento irregular es un agrupamiento de más de 10 viviendas ubicados en terrenos públicos o privados, construidos sin autorización del propietario en condiciones irregulares, sin respetar la normativa urbanística. [↑](#footnote-ref-2)
3. Informe de resultados de la Encuesta Continua de Hogares (ECH), realizada a nivel nacional, y que mide indicadores relevantes en la situación previa a la regularización y posterior a la misma en los asentamientos intervenidos. ANO? [↑](#footnote-ref-3)
4. Uruguay, Indicadores de Genero 2001-2004. Instituto Nacional de Estadística, Uruguay. Estadísticas de Genero 2011. Inmujeres 2011 [↑](#footnote-ref-4)
5. La valoración resulta similar a la experimentada en proyectos comparables, desarrollados con el apoyo del BID, en otros países de la región. En el caso del proyecto BR-0250 los beneficios económicos se estimaron con base en la evolución esperada de los precios de las propiedades en el área, del 170%. Más recientemente, en el Programa integral de alivio a la pobreza urbana en México (ME-L1098) tomó como base de cálculo de los beneficios económicos el cambio esperado en los precios de los terrenos alcanzado un coeficiente agregado de valorización de 2,3 por peso invertido. [↑](#footnote-ref-5)
6. La ecuación de precios hedónicos estimada durante la primera fase del CCLIP, pone énfasis en determinar la valorización de los inmuebles productos de la mejora en la infraestructura generada por el programa. Los coeficientes estimados muestran los “sobreprecios” que se pagan en el mercado inmobiliario de la zona por el beneficio de contar con algún servicio básico y están directamente relacionados con la reducida cobertura espacial que presenta cada uno de ellos en las zonas urbanas analizadas. En otros términos, en los barrios estudiados para la estimación de la ecuación de precios hedónicos, donde se asientan las familias con menores ingresos, un lote servido con redes de infraestructura se convierte en un producto escaso y con una muy alta demanda que, por lo tanto, tiene un alto precio relativo en el mercado. Un cambio en la cantidad disponible y/o en la demanda por dicho producto impactará directamente sobre el valor del coeficiente o sobreprecio que se pagaría por él. Dado que el modelo fue estimado en base a datos de asentamientos que resultan representativos, en sus aspectos relevantes (características de las viviendas, infraestructura, niveles de ingresos, tenencia irregular, etc.), de los que se pretenden intervenir, se asumió que los principales condicionantes de oferta y demanda de infraestructura no varían y por tanto tampoco su valoración relativa [↑](#footnote-ref-6)
7. Dado que el plazo de ejecución de las obras es, en la mayoría de los casos, inferior a un año y al hecho de que resulta habitual la aplicación de medidas que minimizan los efectos mencionados se consideró (en concordancia con la experiencia acumulada en este tipo de obras por parte del GdU y del BID), que los costos de dichas externalidades no resultan de una magnitud suficiente para su estimación e inclusión. Existen también externalidades positivas (como las resultantes de mejoras de bañados por eliminación del vertido de aguas negras, etc.) que al no reflejarse, al menos totalmente, en el valor inmobiliario no se encuentran computadas como beneficios. No obstante, la dificultad y el costo de su medición no justifican su incorporación en proyectos que sin estos beneficios poseen ya una alta rentabilidad [↑](#footnote-ref-7)
8. El trabajo plantea estimaciones para los años 2001 a 2008, pero presenta únicamente los resultados del 2001. [↑](#footnote-ref-8)
9. Regresiones 16, 17 y 18. [↑](#footnote-ref-9)
10. La variable neigh\_servs es un índice que rankea del 1 al 10 de acuerdo agregando un punto por la existencia de cada uno de los siguientes servicios: acceso a la red eléctrica, acceso a la red de agua potable, acceso a la red de saneamiento, acceso a la red de gas, recolección de residuos, calles pavimentadas, alumbrado público, drenaje pluvial, veredas pavimentadas y contenedores de residuos. [↑](#footnote-ref-10)
11. La variable tipo de barrio (neigh\_type) clasifica los barrios de 1 a 8, siendo 1 aquellos de mejores condiciones socioeconómicas y de seguridad y 8 los establecidos en asentamientos irregulares. [↑](#footnote-ref-11)
12. La elasticidad precio de la demanda para el mercado inmobiliario como un todo alcanzó el 0.372, la cual resulta baja en comparación a países desarrollados, pero se incrementa al 0.792 si se considera solo el mercado informal. [↑](#footnote-ref-12)
13. La elasticidad ingresos obtenida fue del 0.0373 considerando el ingreso permanente y todo el mercado y se incremental 0,57 considerando solo el mercado informal. [↑](#footnote-ref-13)
14. La especificación del modelo queda representada por la siguiente expresión:

     Donde: P es el valor de la Vivienda asignado por los entrevistados en US$, Xi son variables continuas relacionadas con los atributos o características de la vivienda, el barrio o el entorno de la vivienda y Di representa variables Discretas (Dummies) relacionada con un atributo o característica específica de la vivienda, del barrio o del entorno de la vivienda. α es la constante del Modelo/Ecuación. βi y λj son los coeficiente de la variables explicativa Xj y Dj respectivamente y ε los residuos estocásticos del modelo econométrico. [↑](#footnote-ref-14)
15. El R2\_Adj= 64%. El F\_statistic es de 98.2 y su P\_value es de 0.000. En el anexo I se presenta el modelo con mayor detalle. [↑](#footnote-ref-15)
16. La ECH consulta sobre el valor de alquiler que se paga mensualmente por la vivienda, en caso de que el encuestado sea inquilino, o el valor de alquiler que encuestado debería pagar por la misma en caso de no ser propietario u ocupante. [↑](#footnote-ref-16)
17. En los últimos años el ICC ha crecido por encima de otros índices de inflación (consumidor), resultando adecuado su utilización para valores inmobiliarios. [↑](#footnote-ref-17)
18. La Dirección de Catastro de la IMM, estima una renta anual de entre el 7% y 11% para las distintas categorías que componen el sector residencial medio y del 12% al 16% para las categorías residenciales bajas. [↑](#footnote-ref-18)
19. Considerando que la misma se produce 5 años después de finalizadas las obras y una tasa de descuento del 12% anual. [↑](#footnote-ref-19)
20. El costo de los equipos técnicos alcanzó el 5% del total de las inversiones durante el PMB y los costos de la UE se estimaron en un 4%. Dado que los mismos podrían incrementarse en algunos proyectos de mayor dificultad que la media y la mayor articulación que requerirá la incorporación del tercer nivel de gobierno al programa, se consideró un costo total por estos conceptos del 10%. [↑](#footnote-ref-20)
21. De acuerdo con el informe de evaluación Programa Mejoramiento de Barrios (PMB-PIAI). Interconsult, Julio de 2013. [↑](#footnote-ref-21)
22. Aunque la muestra continua siendo rentable el proyecto Barrio Artigas (Salto) se vuelve negativo con una caída en los beneficios superior al 8% o un incremento del costo por encima del 4%. [↑](#footnote-ref-22)
23. Promedio ponderado [↑](#footnote-ref-23)
24. Junio de 2013 [↑](#footnote-ref-24)
25. Extraído de “Análisis del impacto económico del Programa de mejoramiento de barrios. Aplicación del modelo hedónico. Informe Final”. Hugo Roche. Abril-2008. Programa PIAI. Ministerio de Vivienda, Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente. [↑](#footnote-ref-25)
26. En el caso de variables continuas el impacto se estima por la derivada parcial de la función hedónica con respecto a la variable. Lo que significa que los coeficientes de la variable continua “Total de Dormitorios” se interpreta como el impacto en % de la modificación en una unidad de dicha variable. En el caso de variables discretas, como las variables Dummies (Dj) empleadas en el Modelo Hedónico, de naturaleza binaria (Dj=1 si la Vivienda dispone de la característica, o Dj= 0 si no dispone), no existe la derivada parcial. En este caso puede estimarse el impacto de la variable Dj de la siguiente manera.

    |  |  |
    | --- | --- |
    |  |  |

    Por lo que el el Impacto porcentual sobre P de una modificación de Dj puede calcularse de la manera

    siguiente:

    Halvorsen y Palmquist(1980) y P Kennedy(1981) demostraron que el Indicador anterior tiende a sobreestimar el impacto y han propuesto el empleo de este otro Indicador corregido:

    

     [↑](#footnote-ref-26)