

Evaluación Socioeconómica de Proyectos de Inversión en Servicios Públicos Locales Conceptualización y Metodología de Casos

Ramón Castañeda Ortega



2010

Editor:

Instituto para el Desarrollo Técnico de las Haciendas Públicas (INDETEC)
Lerdo de Tejada No. 2469, Col. Arcos Sur, C.P. 44500, Guadalajara, Jal.

Primera edición, Julio de 2010

Tiraje: 500 ejemplares

ISBN en trámite

Diseño: Arte y Comunicación,
Priv. Andrés Terán No. 8, Col. Americana.

C.P. 44600. Guadalajara, Jal. México

Impresión Prometeo Editores

Calle Libertad No. 1457, Col. Americana.

C.P. 44160 Guadalajara, Jal., México

Impreso en México - Printed in Mexico

Contenido

Presentación	7
Introducción	9
SECCIÓN I CONCEPTUALIZACIÓN DE LA EVALUACIÓN SOCIOECONÓMICA DE PROYECTOS DE INVERSIÓN	13
CAPÍTULO 1 La Evaluación Socioeconómica de Proyectos de Inversión	15
1.1. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA	15
1.2. DEFINICIÓN DE POSIBLES SOLUCIONES, DEL PROYECTO Y SUS ALTERNATIVAS	16
1.3. DEFINICIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL OPTIMIZADA	17
1.4. IDENTIFICACIÓN DE BENEFICIOS Y COSTOS SOCIALES DE LOS PROYECTOS	18
1.5. CUANTIFICACIÓN Y VALORACIÓN DE LOS BENEFICIOS Y COSTOS SOCIALES DE LOS PROYECTOS	32
1.6. CONVENIENCIA DE EVALUAR SOCIOECONÓMICAMENTE LOS PROYECTOS DE INVERSIÓN PÚBLICA	35
CAPÍTULO 2 Medición de la Rentabilidad de los Proyectos	37
2.1. CRITERIOS DE EVALUACIÓN DE LA RENTABILIDAD DE LOS PROYECTOS DE INVERSIÓN	37
2.2. OPTIMIZACIONES PARA LA EVALUACIÓN DE PROYECTOS	52
2.3. ANÁLISIS DEL RIESGO	63
CAPÍTULO 3 La Preparación y Evaluación de Proyectos de Inversión Pública para su Selección	81
3.1. ESTADO DE PREINVERSIÓN	82
3.2. ESTADO DE INVERSIÓN	91
3.3. OPERACIÓN (EVALUACIÓN EX - POST)	91

SECCIÓN II
METODOLOGÍAS PARA LA EVALUACIÓN SOCIOECONÓMICA
DE PROYECTOS DE INVERSIÓN EN SERVICIOS PÚBLICOS LOCALES93

CAPÍTULO 1
Proyectos de Inversión en Agua Potable.....95

- 1.1. TIPOS DE PROYECTOS96
- 1.2. ESTUDIOS PARA DETERMINAR LA VIABILIDAD DE PROYECTOS
DE AGUA POTABLE97
- 1.3. EL CASO DE PROYECTOS DE INVERSIÓN PARA EL SERVICIO
DE AGUA POTABLE RURAL.127

CAPÍTULO 2
Proyectos de Inversión en Alcantarillado Público133

- 2.1. TIPOS DE PROYECTOS135
- 2.2. ESTUDIOS DE OFERTA Y DEMANDA.....136
- 2.4. IDENTIFICACIÓN DE COSTOS138
- 2.5. SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS DE PROYECTO.....139

CAPÍTULO 3
Proyectos de Inversión en Pavimentación143

- 3.1. ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL.....144
- 3.2. ALTERNATIVAS TÉCNICAS DE PROYECTO.148
- 3.3. BENEFICIOS Y COSTOS SOCIOECONÓMICOS DEL PROYECTO.....150
- 3.4. ANÁLISIS DE LA CONVENIENCIA DE IMPLEMENTAR
UN PROYECTO DE PAVIMENTACIÓN Y SELECCIÓN
DE LA MEJOR ALTERNATIVA TÉCNICA.....155

CAPÍTULO 4
Proyectos de Inversión en Alumbrado Público159

- 4.1. TIPOS DE PROYECTO DE ALUMBRADO PÚBLICO160
 - 4.2. EVALUACIÓN SOCIOECONÓMICA DE PROYECTOS
DE ALUMBRADO PÚBLICO161
-

CAPÍTULO 5

Proyectos de Inversión en los Servicios de Limpia, Recolección, Traslado, Tratamiento y Disposición Final de Residuos183

- 5.1. ASPECTOS A CONSIDERAR PARA LA EVALUACIÓN SOCIOECONÓMICA DE PROYECTOS DE INVERSIÓN EN LOS SERVICIOS DE LIMPIA, RECOLECCIÓN, TRASLADO, TRATAMIENTO Y DISPOSICIÓN FINAL DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS185
- 5.2. CRITERIOS DE EVALUACIÓN PARA LA SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS DE PROYECTO PARA LOS SERVICIOS DE LIMPIA, RECOLECCIÓN, TRASLADO, TRATAMIENTO Y DISPOSICIÓN FINAL DE RESIDUOS.....204

CAPÍTULO 6

Proyectos de Inversión en Infraestructura Vial Urbana207

- 6.1. TIPOS DE PROYECTOS DE VIALIDAD URBANA.....209
- 6.2. EVALUACIÓN SOCIOECONÓMICA DE PROYECTOS DE VIALIDAD URBANA210

CAPÍTULO 7

Proyectos de Inversión en Infraestructura Carretera y de Caminos Rurales247

- 7.1. TIPOS DE PROYECTOS CARRETEROS Y DE CAMINOS RURALES248
- 7.2. EVALUACIÓN SOCIOECONÓMICA DE PROYECTOS CARRETEROS Y CAMINOS RURALES250

CAPÍTULO 8

Proyectos de Inversión en Educación Pública.....277

- 8.1. ANTECEDENTES DEL ANÁLISIS DE INVERSIÓN EDUCATIVA.....278
 - 8.2. EVALUACIÓN SOCIOECONÓMICA DE PROYECTOS DE INVERSIÓN EN EDUCACIÓN279
-

ANEXOS

Normatividad a Aplicar para la Evaluación de Proyectos de Inversión Pública Local Financiados Parcial o Totalmente con Recursos Federales..299

A-1	DISPOSICIONES DE LA LEY FEDERAL DE PRESUPUESTO Y RESPONSABILIDAD HACENDARIA	303
A-2	DISPOSICIONES DEL REGLAMENTO DE LA LEY FEDERAL DE PRESUPUESTO Y RESPONSABILIDAD HACENDARIA	307
A-3	DISPOSICIONES DEL PRESUPUESTO DE EGRESOS DE LA FEDERACIÓN PARA EL EJERCICIO FISCAL 2010	308
A-4	DISPOSICIONES DE LOS LINEAMIENTOS PARA LA SOLICITUD, TRANSFERENCIA Y APLICACIÓN DE LOS RECURSOS CORRESPONDIENTES CON CARGO AL FIDEICOMISO PARA LA INFRAESTRUCTURA EN LOS ESTADOS	311
A-5	DISPOSICIÓN DE LA LEY DE COORDINACIÓN FISCAL QUE POSIBILITA EL EMPLEO DE LOS RECURSOS DEL FAFEF PARA LA ELABORACIÓN Y EVALUACIÓN DE PROYECTOS	316
A-6	LINEAMIENTOS PARA LA ELABORACIÓN Y PRESENTACIÓN DE LOS ANÁLISIS COSTO Y BENEFICIO DE LOS PROGRAMAS Y PROYECTOS DE INVERSIÓN	317
	BIBLIOGRAFÍA.....	337

Presentación

La inversión pública local en servicios públicos desempeña una relevante contribución para el desarrollo económico y social de las entidades federativas y sus municipios. Esto es así, porque los servicios públicos locales permiten el funcionamiento cotidiano de las actividades productivas, fomentan la creación de nuevas actividades y posibilitan optimizar los recursos con base en el ahorro que genera una mejor infraestructura de servicios públicos.

Sin embargo, para llevar a cabo dichas inversiones, se requiere del empleo de recursos económicos (materiales, mano de obra, tierra y capital) y financieros (dinero), los cuales, como es bien conocido, son escasos y su obtención representa un arduo esfuerzo en todas las entidades federativas y municipios del país, sobre todo en tiempos de crisis, en los que con mayor razón el gasto en inversión pública debe realizarse con el mínimo de recursos y la mayor calidad e impacto socioeconómico, a fin de coadyuvar al repunte en el crecimiento económico. Pero el problema de la escasez de recursos está presente aún en tiempos de estabilidad, lo cual impide a los gobiernos satisfacer absolutamente todas las necesidades sociales, hecho por el que resulta indispensable la racionalización y optimización del gasto, para lo cual, entre otras acciones, es conveniente que la asignación de recursos para inversión se enfoque hacia proyectos rentables socioeconómicamente, y mejor aún, en los más rentables, para ejecutar aquellos que proporcionen el mayor bienestar posible y fomenten el máximo crecimiento económico.

Por estas razones, existe una creciente preocupación de las autoridades hacendarias de los tres ámbitos de gobierno por la optimización del gasto público, hecho que hace imprescindible la búsqueda de esquemas para procurar la mejora en la administración racional de los recursos públicos.

Prueba de ello, es que algunas entidades federativas han establecido en su normatividad como requisito para efectuar determinados proyectos de inversión pública, la elaboración del análisis costo - beneficio para medir su rentabilidad socioeconómica; así como sucede en el gobierno federal, cuyas dependencias y entidades deben registrar en la cartera que integra la Secretaría de Hacienda y Crédito Público los programas y proyectos de inversión acompañados de su correspondiente evaluación costo - beneficio, para ser analizados por la Comisión Intersecretarial de Gasto Financiamiento, que determina la prelación para su inclusión en el proyecto de Presupuesto de Egresos y el orden para su ejecución, observando principalmente los criterios de: a) rentabilidad socioeconómica, b) reducción de la pobreza extrema, c) desarrollo regional, y d) concurrencia con otros programas y proyectos de inversión.

Asimismo, a través de la normatividad federal se solicita como requisito para acceder a recursos públicos federales para inversión pública local catalogados como subsidios, efectuar el análisis costo - beneficio de los proyectos mediante la evaluación socioeconómica, en específico de los recursos para la realización de programas y proyectos de inversión en infraestructura y equipamiento a los que les apliquen los *“LINEAMIENTOS para la solicitud, transferencia y aplicación de los recursos correspondientes con cargo al Fideicomiso para la Infraestructura en los Estados”*, y los del Fondo Metropolitano conforme al Presupuesto de Egresos 2010.

Por ello, ante el escenario descrito, y a solicitud de la Comisión Permanente de Funcionarios Fiscales en su reunión extraordinaria del 20 de marzo del 2009, llevada a cabo en México, Distrito Federal; dentro de los programas de trabajo de INDETEC se ha planteado el *“Programa: Mejora en la Calidad del Gasto Público”*; aprobado por la Reunión Nacional de Funcionarios Fiscales para el presente año, el cual, entre otros propósitos, tiene estudiar y difundir herramientas técnicas que apoyen a las haciendas públicas locales en la mejora del aprovechamiento de los recursos económicos con los que cuentan, a fin de contribuir al sano desarrollo de sus finanzas públicas, al crecimiento económico y al bienestar de su población.

Una de dichas herramientas técnicas para mejorar la calidad del gasto de inversión en servicios públicos, está constituida por la evaluación socioeconómica de proyectos, que es una técnica de la ciencia económica con la cual se cuantifican y valoran a precios sociales los beneficios y costos directos, indirectos, externos e intangibles, que con un proyecto se generarían, y con dicha información se calcula su rentabilidad socioeconómica, con la que se mide en qué monto o proporción se espera que un proyecto genere riqueza y, por ende, crecimiento económico para la sociedad en su conjunto.

En el presente documento denominado *“Evaluación Socioeconómica de Proyectos de Inversión en Servicios Públicos Locales: Conceptualización y Metodología de Casos”*, se describe la citada técnica y se proporciona, a manera de ejemplo, la metodología para su aplicación en proyectos de inversión y en específico para el caso de ocho diferentes servicios públicos de naturaleza estatal y municipal: agua potable; alcantarillado; pavimentación; alumbrado; limpia, recolección, traslado, tratamiento y disposición final de residuos; infraestructura vial urbana; infraestructura carretera y de caminos rurales; y educación pública.

La obra fue formulada y elaborada por el Mtro. Ramón Castañeda Ortega, bajo la supervisión del Lic. Carlos García Lepe.

Javier Pérez Torres
Director General

Introducción

Una de las principales funciones de las administraciones públicas locales (estatales y municipales) es la prestación eficaz y eficiente de servicios públicos, es decir, otorgarlos cuando son requeridos y resuelven o impiden un problema a la comunidad en el preciso momento en que sus efectos en el bienestar de la población serán maximizados, incurriendo en el menor costo posible, ya que es responsabilidad, sobre todo de las autoridades locales, procurarles beneficios a la sociedad y cuidar de los recursos públicos dándoles una buena aplicación.

Los servicios públicos tienen la capacidad de otorgar bienestar porque facilitan la vida de las personas proporcionándoles mayor comodidad, productividad en sus actividades económicas, posibilidades del mantenimiento de la higiene, asistencia social, etc., lo que contribuye a un mayor grado de satisfacción social y al aumento de la riqueza de las localidades, o sea, al crecimiento socioeconómico.

Pero para lograr producir dichos satisfactores, es indispensable el uso de recursos económicos, pues la construcción y funcionamiento de la infraestructura de servicios públicos requiere del empleo de mano de obra, materiales, y bienes de capital, los cuales representan un costo para la sociedad, debido a que al ser utilizados para ejecutar un proyecto público determinado, ya no podrán serlo para otras actividades económicas que también podrían generar beneficios, dada la escasez de dichos recursos, que es producto de la siempre mayor demanda de servicios públicos que su disponibilidad; y además, para que las autoridades locales puedan adquirir dichos recursos materiales y de capital para aplicarse en un proyecto, es necesario el desembolso de recursos monetarios, los cuales también son escasos.

Por lo tanto, dada la gran importancia que tienen las inversiones en servicios públicos para elevar el bienestar y la riqueza de las localidades, los costos que representan y la invariable existencia limitada de los recursos, es recomendable que siempre que se pretenda invertir en un servicio público, se efectúe un análisis de la inversión enfocado a estimar los efectos positivos y negativos que generaría al pleno de la sociedad (para todos los estratos socioeconómicos de la población total de la localidad), a fin de comprobar en cuánto contribuiría al desarrollo socioeconómico del estado o municipio donde se pretende ejecutar, es decir, cuál es la rentabilidad socioeconómica de la inversión.

Todo ello, con el objetivo de apoyar en esa labor a las entidades federativas y municipios y así contribuir a la optimización de sus recursos y a la mejora en la calidad de su gasto.

En este trabajo se presenta una primera sección denominada “*Conceptualización de la Evaluación Socioeconómica de Proyectos de Inversión*”, la cual se divide en tres capítulos en los que se describe y propone a las entidades federativas y municipios la aplicación de las técnicas de evaluación socioeconómica de proyectos.² Estas técnicas permiten analizar la conveniencia de ejecutar proyectos de inversión pública, para de esa forma sólo invertir los recursos públicos en proyectos que sean rentables para la sociedad en su conjunto, y así lograr optimizar los recursos y obtener el máximo beneficio posible.

En el primer capítulo de dicha Sección I, “La Evaluación Socioeconómica de Proyectos de Inversión”, se describe en qué consiste esta técnica, y dada la obligación de realizar inversión pública que los diferentes ámbitos de gobierno tienen, la conveniencia de aplicarla para comprobar la productividad social de los proyectos de inversión. Para ello se explica cuál es el procedimiento a seguir en el análisis socioeconómico de los proyectos de inversión y en qué difiere de la evaluación privada, resaltando los beneficios y costos sociales que se deben incluir en la evaluación socioeconómica.

En el capítulo segundo, titulado “Medición de la Rentabilidad de los Proyectos”, se explican y analizan cuáles son los criterios de evaluación que sirven para medir y comprobar la rentabilidad de los proyectos, y así poder compararlos para su selección; también se describen algunos factores de los proyectos que deben considerarse para que éstos sean lo más rentable posible y se optimicen al máximo los recursos. Además se propone considerar las eventualidades que pueden surgir, tales como que las variables importantes del proyecto se alteren, y se estudian algunos métodos para incluir ese riesgo en la evaluación.

1 *La Sección I del presente documento se basa en la actualización de la obra del autor en CASTAÑEDA ORTEGA, Ramón; La Inversión Pública Estatal: Su Normatividad, Alternativas de Financiamiento y el Análisis de su Rentabilidad Socioeconómica, Sección II “Propuesta para el Análisis de la Rentabilidad Socioeconómica de la Inversión Pública”. INDETEC. México, 1998.*

2 *La Evaluación Socioeconómica de Proyectos, es una técnica de la ciencia económica, cuyo desarrollo y metodología se debe a los estudios de los Profesores: Dr. Arnold C. Harberger, eminente economista norteamericano pionero y precursor de la evaluación social de proyectos en el mundo, y el Dr. Ernesto R. Fontaine, destacado economista chileno y precursor de la evaluación social de proyectos en América Latina. En la actualidad y desde el año 1994, en México esta metodología está siendo difundida e impulsada por el Centro de Estudios para la Preparación y Evaluación Socioeconómica de Proyectos (CEPEP), el cual es un fideicomiso creado por el gobierno federal por conducto de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público (SHCP) y administrado por el Banco Nacional de Obras y Servicios Públicos (Banobras), que tiene como propósito contribuir a optimizar el uso de los recursos destinados a la realización de proyectos y programas de inversión, así como la capacitación permanente en preparación y evaluación socioeconómica de proyectos, para todos los niveles de gobierno.*

En el último capítulo de esta primera sección del documento, denominado “La Preparación y Evaluación de Proyectos de Inversión Pública para su Selección”, se enuncian las etapas del estudio de los proyectos, que sirven para prepararlos, evaluarlos y seleccionar, de entre todos ellos los mejores (más rentables), optimizando recursos humanos, financieros y materiales. Los proyectos pasan por cuatro filtros que consisten en niveles de estudio cada vez más profundos, en los cuales van quedando rechazados los menos convenientes y pasan los más rentables.

Posteriormente, en la Sección II del presente documento, titulada “*Metodologías para la Evaluación Socioeconómica de Proyectos de Inversión en Servicios Públicos Locales*”³, se expone, a manera de ejemplo, el desarrollo y descripción de metodologías para la evaluación socioeconómica de proyectos de inversión de algunos de los principales servicios públicos que prestan las autoridades estatales y municipales, tales como: el servicio de agua potable urbana y rural; alcantarillado público; pavimentación; alumbrado público; limpia, recolección, traslado, tratamiento y disposición final de residuos; infraestructura vial urbana; infraestructura carretera y de caminos rurales; y educación pública; temas que se abordan en ese mismo orden, en cada uno de los ocho capítulos en que se divide la Segunda Sección.

Cabe destacar que las metodologías que aquí se presentan son generales, por lo que en la aplicación de un estudio particular se debe tener flexibilidad a las variaciones de cada caso. Por lo que este estudio se debe considerar como un examen de los tipos de factores y elementos que se debieran contemplar para realizar el análisis de inversiones en los servicios públicos referidos desde una perspectiva socioeconómica.

Finalmente, vinculado a la introducción de la Sección II de esta publicación, se presentan los anexos denominados “*Normatividad a Aplicar para la Evaluación de Proyectos de Inversión Pública Local Financiados Parcial o Totalmente con Recursos Federales*”, en los que se analizan las disposiciones federales vinculadas con la elaboración del análisis costo y beneficio de los programas y proyectos de inversión de entidades federativas a ejercer con subsidios federales.

3 La Sección II se basa en la actualización de la obra del autor en CASTAÑEDA ORTEGA, Ramón y GUTIÉRREZ BARBOSA, Guillermo; *Análisis de Inversiones en Servicios Públicos Locales (Municipales y Estatales)*. INDETEC. México, 1998.

SECCIÓN I

CONCEPTUALIZACIÓN DE LA EVALUACIÓN SOCIOECONÓMICA DE PROYECTOS DE INVERSIÓN

En los estados y municipios mexicanos, el desarrollo y operación de las actividades cotidianas que dan vida y sustento a una sociedad, requieren de la inversión pública en obras de infraestructura que posibiliten la producción de bienes y servicios y así, eleven el nivel de vida. Pero, para lograr tal objetivo, se cuenta con recursos escasos y diversas alternativas técnicas. Por ello, a un estado o municipio le conviene aprovechar de la mejor manera sus recursos disponibles, es decir, emplearlos en las inversiones más rentables desde el punto de vista socioeconómico y evitar desperdiciarlos en áreas que no sean rentables o en las que no exista problema alguno, pues no se cumpliría el fin primordial de la inversión pública, por lo que, se empobrecería más y bajaría su nivel de vida, debido a la pérdida de los recursos empleados y los altos costos en que se incurre en comparación con el beneficio que se obtiene.

Para evitar el desperdicio de recursos e invertir en las obras públicas más rentables, es conveniente realizar la evaluación socioeconómica de los proyectos de inversión pública que se proponen para la solución de un problema, la cual, consiste en elegir de entre todos los proyectos que se ha propuesto realizar, aquellos que sean los más rentables, teniendo como limitante del número de proyectos a realizar, los recursos disponibles para efectuarlos.

En esta sección se describe la técnica de evaluación de proyectos desde un punto de vista socioeconómico, cuya aplicación es recomendable para la inversión pública, debido a que ésta contempla (además de los rubros de beneficios y costos en que se incurre directamente en los proyectos de inversión), los beneficios y costos que le generan al resto de la sociedad; así, al contemplarse “beneficios y costos sociales”, si en la evaluación el proyecto resulta rentable, quiere decir que es conveniente para la sociedad la ejecución de dicho proyecto, ya que en su conjunto tendrá mayores

beneficios netos (beneficio-costos) que si no se realizara el proyecto, para lo que se indica cómo identificar, cuantificar y valorar los beneficios y costos sociales, haciendo una distinción de ellos, por su tipo de afectación, en directos, indirectos, externalidades e intangibles. Además, se muestran los criterios de selección de alternativas de proyectos, lo cual es muy útil para poder identificar y realizar los proyectos más rentables para la sociedad, con los recursos disponibles, que son escasos.

CAPÍTULO 1

La Evaluación Socioeconómica de Proyectos de Inversión

1.1. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

La idea de un proyecto de inversión surge con el propósito de dar solución a una necesidad insatisfecha, necesidad que representa un problema para el desarrollo de la actividad económica, ya que impide el gozo de beneficios potenciales e incurre en costos que la sociedad tiene que absorber. Es precisamente con la intención de evitar dichos costos y crear satisfactores sociales, que se realizan los proyectos de inversión pública.

Por tal razón, los recursos con los que se cuenta para destinarse a la inversión pública, única y exclusivamente deben ser utilizados ante la presencia de un problema y para su solución, es decir, si no existe un problema, no tiene razón de ser la implementación de un proyecto de inversión, pues los escasos recursos con los que contamos, nos obligan a realizar un gasto público consciente y responsable, y no nos podemos dar el lujo de despilfarrarlos en la ejecución de caprichos u obras de simple ornato, cuyos costos estén sobrados a comparación de los beneficios que generan.

Por ello, es muy importante dentro del proceso de análisis de la conveniencia de la ejecución de un proyecto de inversión, estudiar como primer paso la situación actual, es decir, investigar las condiciones presentes de la zona en la que se perciba un problema con el fin de hacer un diagnóstico que nos permita definir si en realidad existe o no problema, cuál es, qué lo causa, los efectos que ocasiona y, en caso de no realizarse el proyecto, el impacto que a través del tiempo se tendría.

Para el análisis de la situación actual se deben estudiar los aspectos técnicos presentes del área de influencia del proyecto, tales como la infraestructura existente, los equipos con que se cuenta, el proceso de mantenimiento que se ejecuta y los costos de operación en que se incurre, así como la capacidad utilizada, pues en ocasiones, la solución a un problema se reduce a eficientar los recursos existentes o a la implementación de un proyecto de eficientización, es decir, que minimice los

costos en que se incurre actualmente; entonces, el estudio técnico nos ayuda a verificar si el problema es del tipo costo - eficiencia. Otro aspecto a considerar es el mercado, pues éste nos sirve para detectar la zona de influencia del problema y si éste se debe a un déficit de oferta respecto a la demanda, esto es, si la oferta actual es insuficiente para satisfacer a la población en estudio, y de ser así, de acuerdo a estimaciones de la demanda futura del área de estudio, proyectar el impacto que se tendría si no se realizara el proyecto, por lo tanto, el estudio de mercado nos auxilia a comprobar si existe un problema de oferta que impida maximizar los beneficios.

Por otro lado, es relevante realizar un análisis del marco legal que norma en la situación actual, pues el problema se puede derivar de un impedimento o autorización jurídica que repercuta socioeconómicamente en la situación actual, cuya solución más viable sea de índole legislativa. Por otra parte, hay que identificar los efectos externos que provoque la situación actual, entre los más importantes la contaminación, la inseguridad, insalubridad y mortandad, que por lo general son difíciles de medir, pero fácilmente identificables, factores éstos, que representan serios problemas.

La definición del problema es identificar mediante el análisis de la situación actual del área de estudio, costos anormales o efectos negativos presentes y crecientes a través del tiempo, que justifiquen el pensar en un proyecto de inversión para darles solución o atenuarlos.

1.2. DEFINICIÓN DE POSIBLES SOLUCIONES, DEL PROYECTO Y SUS ALTERNATIVAS

Una vez que se ha definido el problema y se justifica el hecho de pensar en una solución al mismo, el siguiente paso es idear cómo puede ser atacado dicho problema, es decir, qué hacer para solucionar el problema, de qué medios nos valdremos para lograrlo, cuántas formas de solución son posibles y de qué se trata cada una de ellas; todos estos elementos, nos van ayudando a conformar lo que sería el proyecto, que en resumen, se define como la búsqueda de una solución inteligente al planteamiento de un problema que tiende a resolver una necesidad humana durante un periodo de tiempo.

En la mayoría de las veces, un problema puede ser solucionado de diversas formas, debido a que existen diferentes técnicas, materiales y la iniciativa e ideas de los creadores de proyectos no son iguales; por lo que para un problema se pueden presentar varias propuestas de solución, a las cuales llamaremos alternativas de proyecto, y que para un proyecto son el objeto de estudio en la evaluación. Es pertinente, tratar de contemplar todas las alternativas de proyecto posibles,

con el fin de escoger de entre ellas, mediante selección comparativa, la mejor (el procedimiento de selección lo veremos más adelante); de no ser así, se corre el riesgo de ejecutar un proyecto que no sea el mejor, lo que en términos relativos nos representa una pérdida.

1.3. DEFINICIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL OPTIMIZADA

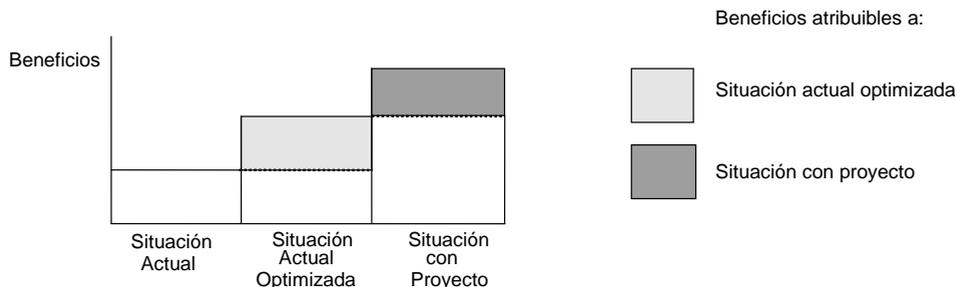
Cuando se evalúa un proyecto, se debe hacer contra la situación actual optimizada, es decir, se debe ver la posibilidad de que el problema existente en la situación actual se solucione total o parcialmente con pequeñas inversiones o labores de gestión que la efficienten. Por ejemplo: cuando en una calle de una localidad existe un problema de congestión, y se piensa en un proyecto de ampliación de la calle como solución al problema, pero en esa calle se permite el estacionamiento, habría que analizar si con una labor de gestión vial, tal como prohibir el estacionamiento en dicha calle, se soluciona el problema, que únicamente implicaría pequeñas inversiones en pintar de amarillo los machuelos de las banquetas y poner en los postes placas de no estacionarse; de esta forma, la situación actual de la calle se optimiza, o sea que, el recurso calle se aprovecha más eficientemente. En efecto, al hablar de una situación actual optimizada, se está definiendo una situación base del objeto de estudio, en la cual, sus recursos sean aprovechados al máximo, esto es, de la mejor manera.

Como podemos observar, es muy importante buscar la manera de optimizar la situación actual, ya que se puede determinar la inconveniencia de realizar un proyecto, y la conveniencia de optimizar la situación actual. Además, si no se optimiza la situación actual, se le atribuirían beneficios de más al proyecto dado, porque esos beneficios se podrían obtener aún sin realizar el proyecto (Ver Gráfica N° 1).

En evaluación de proyectos, uno de los errores frecuentemente cometidos, es que se realiza el análisis de rentabilidad sin considerar la situación actual optimizada (o lo que es peor, sin considerar la situación actual, es decir, partir de cero beneficios netos), entonces, los beneficios correspondientes a la situación actual optimizada se cuantifican y valoran en el proyecto, lo que es una sobreestimación de beneficios que arroja un resultado erróneo en la evaluación. Para evitar este problema, la evaluación de un proyecto debe realizarse versus la situación sin proyecto optimizada, lo que es igual a la situación con proyecto menos la situación sin proyecto optimizada; de esta forma en la evaluación de un proyecto única y exclusivamente se consideran los beneficios atribuibles al proyecto, y el resultado de la evaluación será el que corresponde verdaderamente al proyecto; así, no se ejecutan proyectos que resulten ficticiamente “rentables”, y que en la realidad no lo

sean, para ejecutar aquellos proyectos que verdaderamente sean rentables y, por ende, representen un aumento de la riqueza.

**GRÁFICA N° 1
PROYECTO VERSUS
SITUACIÓN ACTUAL Y
SITUACIÓN ACTUAL OPTIMIZADA**



1.4. IDENTIFICACIÓN DE BENEFICIOS Y COSTOS SOCIALES DE LOS PROYECTOS

En la evaluación de proyectos es indispensable identificar los beneficios que se obtienen y los costos en que se incurre durante su vida útil, porque éstos son el objeto de estudio en la evaluación de un proyecto. Para la evaluación de un proyecto desde un enfoque privado, los beneficios están dados por los ingresos por ventas u otros conceptos, y los costos son aquellos necesarios para la operación y mantenimiento del proyecto durante su vida útil. Pero en inversión pública, cuyo objetivo es obtener beneficios sociales integrales, su evaluación debe contemplar además de los beneficios y costos privados del proyecto, los efectos indirectos, externalidades que genera y los intangibles; es decir, la evaluación se debe efectuar desde un enfoque social, en el que los beneficios de un proyecto para la sociedad están dados por el valor de los bienes y servicios de que la sociedad dispone adicionalmente por el proyecto; por otra parte, para producir esos bienes y servicios se utilizan recursos productivos, los cuales no estarán disponibles para otros usos, entonces, se disminuyen los bienes y servicios que se podrían producir en otras actividades de la sociedad, constituyendo éstos los costos sociales del proyecto.

EFFECTOS SOCIOECONÓMICOS DE UN PROYECTO:

Efectos Directos

Como ya se mencionó, en evaluación socioeconómica de proyectos de inversión pública intervienen beneficios y costos iguales a los que intervienen en una evaluación privada de proyectos de inversión. Estos beneficios y costos son los “Efectos Directos” que el proyecto genera, tales como los ingresos durante su vida útil (en el caso de los beneficios) y los costos del capital, la mano de obra y la divisa (en caso de que el proyecto haga uso de importaciones), utilizados en la inversión y para la operación del proyecto durante su vida útil. A éstos, se les denomina “Beneficios Directos” y “Costos Directos”, porque afectan directamente al proyecto.

En evaluación socioeconómica de proyectos, el significado que tienen los efectos directos es, para el caso de los **beneficios**:

- a) La sociedad tiene un **“mayor consumo de bienes o servicios”** puestos a su disposición por el proyecto y que valora por el grado de satisfacción que le genera.
- b) El proyecto puede **“liberar recursos”** para ser utilizados en otras actividades que generen más satisfactores y, por ende, más riqueza; ya que al realizarse se pueden ahorrar costos en los que se incurre sin el proyecto.

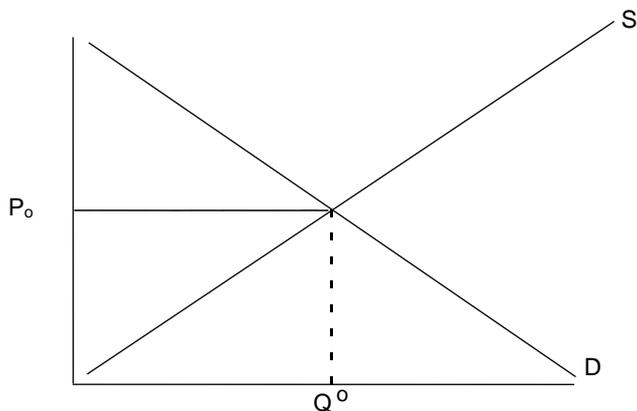
En el caso de los **costos**, éstos representan una carga para la sociedad, porque:

- c) Se **“utilizan recursos”** que al ser empleados por el proyecto no se podrán usar para otras actividades productivas.

Analicemos gráficamente los efectos directos descritos, suponiendo que en un mercado ingresa a participar un proyecto nuevo para producir un bien o servicio; y para simplificar la explicación, también supongamos que es un mercado perfecto (en equilibrio), es decir, que no existen distorsiones, tales como subsidios o impuestos discriminatorios que alterarían la cantidad y el valor de los efectos.

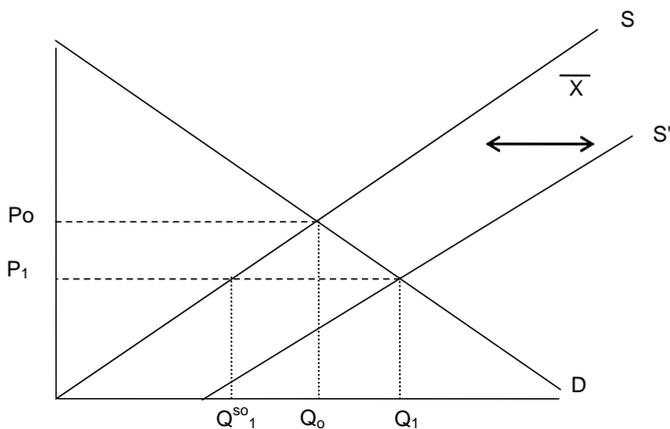
Empecemos por analizar la situación sin proyecto (situación actual optimizada) en el mercado de este bien o servicio: (Véase Gráfica N° 2).

GRÁFICA N° 2
SITUACION SIN PROYECTO



En la situación sin proyecto la demanda del mercado se representa con D y la oferta con S, y el precio de mercado del bien es P_0 y la cantidad demandada por los consumidores y ofrecida por los productores es Q_0 . Ahora, veamos qué sucede al ingresar un nuevo proyecto al mercado para producir ese bien (Véase Gráfica N° 3):

GRÁFICA N° 3
SITUACIÓN CON PROYECTO



En primer lugar, aumenta la oferta del bien en X , que representa al proyecto, y dada una demanda constante, se tienen efectos a la baja en los precios de P_0 a P_1 , lo que por una parte, provoca un aumento en la cantidad demandada del bien al ser más accesible para los consumidores, es decir, existe un **beneficio por aumento del consumo del bien**, representado por el área que se encuentra por debajo de la curva de demanda entre Q_0 y Q_1 ; y por otra parte, se genera un **beneficio por liberación de recursos** de los otros productores, que a ese precio sólo les es atractivo ofrecer Q^{so_1} , ésta se representa en el gráfico por el área que se encuentra debajo de la curva de oferta sin proyecto (S) entre Q^{so_1} , y Q_0 , pero en este caso esos recursos liberados por los otros productos son utilizados por el proyecto, lo que representa un costo equivalente a la misma área mencionada; además, el proyecto hace uso de recursos adicionales para poder producir hasta Q_1 lo que también es un **costo por uso de recursos** y, que se representa por el área que se encuentra por debajo de la curva de oferta con proyecto (S') entre Q_0 y Q_1 ; si observamos el gráfico, podremos identificar un área por debajo de la curva de demanda (D) y por arriba de la curva de oferta con proyecto (S'), entre Q_0 y Q_1 , la cual es igual a los beneficios menos los costos del proyecto, o sea, el Beneficio Neto del proyecto.

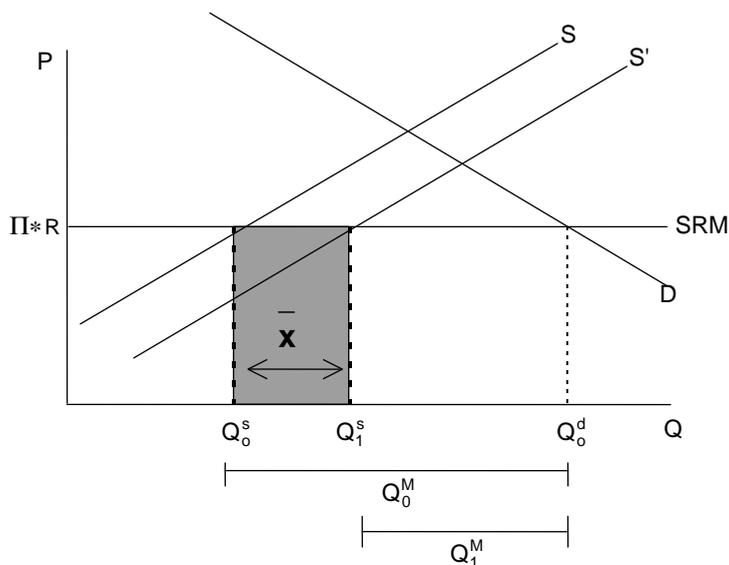
Ahora, analicemos los casos de proyectos que ingresan a participar en mercados de bienes transables, a los cuales distinguiremos en importables y exportables; comencemos con el análisis de los bienes importables.

Un bien es importable, cuando su precio internacional, incluido costo del flete para traerlo hasta el país es inferior al que regiría domésticamente, precio con el cual deben competir los productores domésticos de dicho bien para subsistir en el mercado; o cuando la producción doméstica de ese bien no es suficiente para satisfacer la demanda, por lo que se debe recurrir al mercado internacional. Veamos pues qué sucede al ingresar un nuevo proyecto doméstico a participar en el mercado de un bien importable.

Primero identifiquemos la situación sin proyecto (Véase Gráfica N° 4).

GRÁFICA N° 5

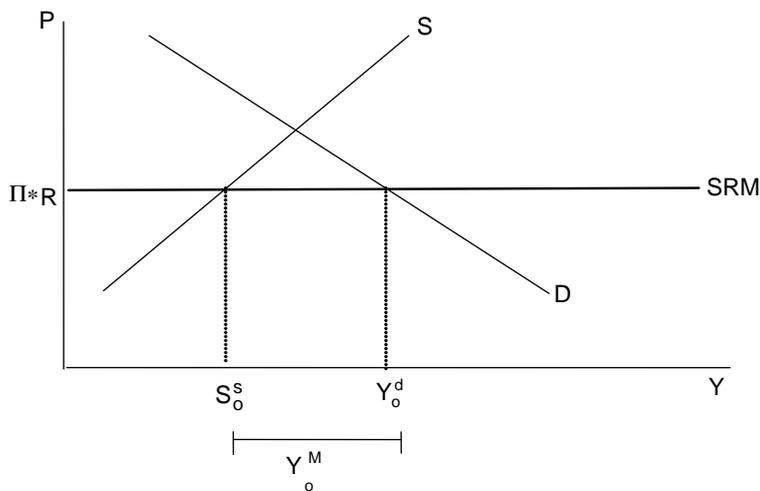
SITUACIÓN CON PROYECTO



Así, la reducción de las importaciones del bien o servicio de Q_0^M a Q_1^M implican para la sociedad una menor salida de divisas, es decir, un **beneficio por "Ahorro de Divisas"** que se representa por el área debajo de la curva de oferta del resto del mundo entre Q_0^S y Q_1^S , ya que como consecuencia del proyecto dejan de importarse $(Q_1^S - Q_0^S)$ unidades del bien o servicio.

En el caso de que un nuevo proyecto, utilice como insumo (y) un bien importable, éste generaría sus costos y beneficios analizados en el primer caso, pero además, provocaría un **costo para la sociedad por "pérdida de divisas"**. Veamos por qué con un ejemplo gráfico (Véase Gráfica N° 6).

GRÁFICA N° 6 SITUACIÓN SIN PROYECTO

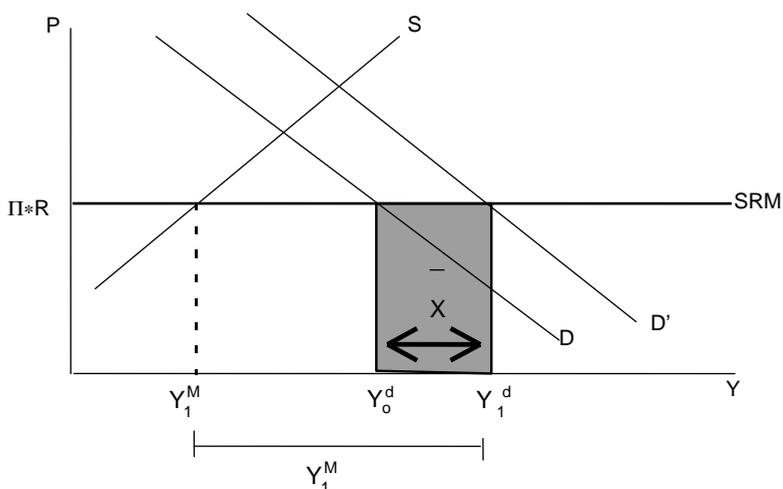


En la situación sin proyecto, la oferta interna del insumo (si es que hubiere) está representada por la curva de oferta (S), la demanda interna del insumo por (D), y la oferta del insumo por el resto del mundo con (SRM); cuyo precio está determinado por el mercado internacional del insumo, ya que los productores domésticos del insumo compiten en dicho mercado, el cual está expresado en moneda interna del país, que es igual al precio internacional en moneda extranjera (π) multiplicado por el tipo de cambio (R). En este caso la importación del insumo está representada por (Y_0^m), que es la diferencia entre la cantidad demandada del insumo por los productores nacionales de bienes que requieren del insumo para su elaboración (Y_0^d), y la cantidad ofrecida del insumo (Y_0^s) por los productores domésticos.

Con la introducción de un nuevo proyecto que utilice el insumo en cuestión, la demanda del insumo aumentaría, y dado que el resto del mundo está dispuesto a ofrecernos el insumo que se requiera y suponiendo que el proyecto no sea lo suficientemente grande como para impactar los precios del mercado internacional, el precio interno igual al internacional permanecería constante; entonces, al aumentar la demanda bajo estas condiciones, aumentaría la cantidad demandada del insumo al resto del mundo y, con ello, la cantidad importada. Veamos el Gráfico N° 7 de la situación con proyecto.

GRÁFICA N° 7

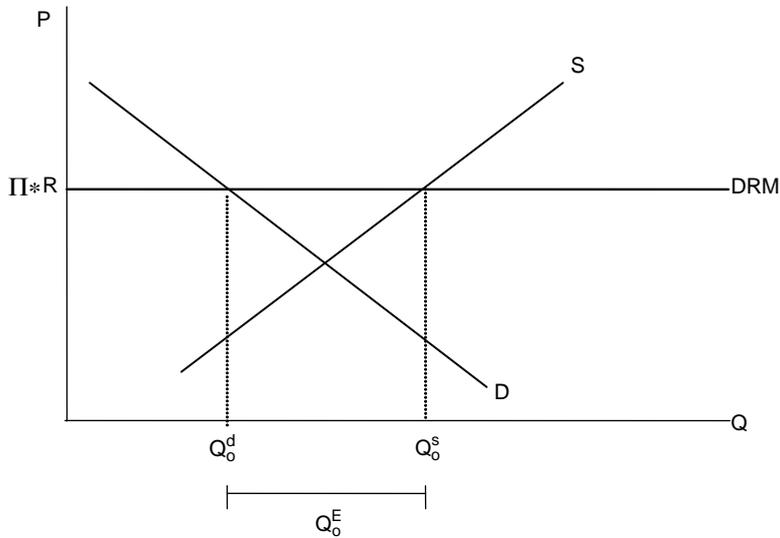
SITUACIÓN CON PROYECTO



El área debajo de la curva de oferta del resto del mundo y entre la demanda del insumo con proyecto Y_1^d y la demanda del insumo sin proyecto Y_0^d , nos representa la pérdida de divisas en que incurriría la sociedad con el proyecto.

Por otra parte, un proyecto que participe en algún mercado internacional como exportador de un bien, obtiene **beneficios para la sociedad por el "Ingreso de Divisas"** que genera. Analicemos un ejemplo gráfico iniciando por la situación sin proyecto. (Véase Gráfica N° 8).

GRÁFICA N° 8 SITUACIÓN SIN PROYECTO



Como se puede observar en el gráfico, la oferta de los productores domésticos es (S), la demanda interna (D) y la demanda del resto del mundo (DRM), la cual indica que los consumidores extranjeros están dispuestos a demandar cualquier cantidad del bien exportable al precio internacional (π^*R) que rige también para los consumidores internos. La cantidad ofrecida Q_o^S por los productores del bien al precio internacional es mayor que la cantidad demandada por los consumidores internos, siendo esa diferencia la cantidad que se exporta del bien Q_o^E . Ahora veamos qué sucede en la situación con proyecto (Véase Gráfica N° 9).

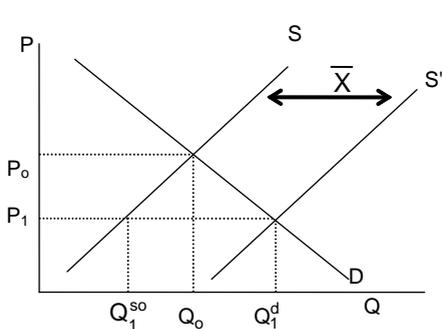
vería afectado positivamente el mercado de la producción de refacciones y equipos para ferrocarriles (bien complementario), porque aumentaría su demanda.

En presencia de efectos indirectos, el procedimiento a seguir consiste en analizar qué actividades podrían resultar significativamente afectadas por la operación del proyecto, a fin de determinar en cuáles se presentan distorsiones. De este modo, se identificarán los beneficios y costos sociales adicionales que genera la ejecución de un proyecto específico y se incluirán en la evaluación del proyecto.

Analicemos algunos ejemplos gráficos de los efectos indirectos, empezando por el caso de los bienes sustitutos. Entonces, supongamos que se piensa realizar un nuevo proyecto que va a producir un bien o servicio, y como consecuencia de esa producción disminuiría su precio de P_0 a P_1 , tal como se analizó en el primer caso estudiado (Véase Gráfica N° 10), por ende, se esperaría hubiera una disminución en la demanda del bien sustituto desde D_0 hasta D_1 (Véase Gráfica N° 11).

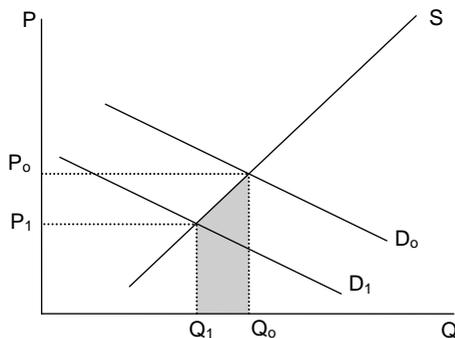
EFFECTOS INDIRECTOS EN BIENES SUSTITUTOS

**GRÁFICA N° 10
MERCADO DEL PROYECTO**



(a)

**GRÁFICA N° 11
MERCADO DEL BIEN O
SERVICIO SUSTITUTO**

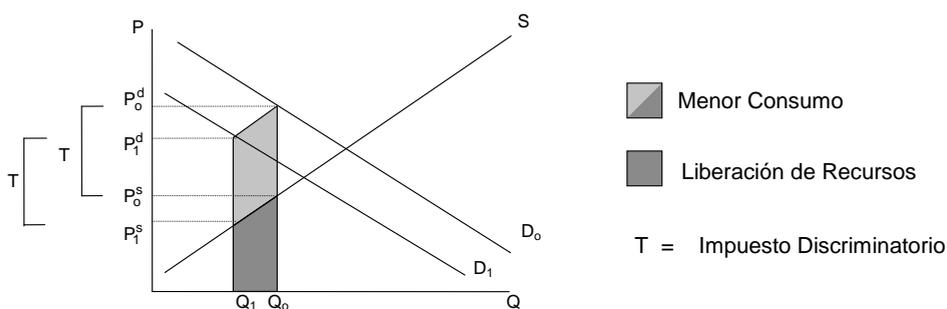


(b)

La disminución de la demanda del bien o servicio sustituto, en este caso provocaría una disminución en el precio y en las cantidades consumidas y producidas de dicho bien o servicio desde Q_0 hasta Q_1 , lo que implica una menor satisfacción, es decir, un **costo social por "menor consumo"** que es una pérdida para la sociedad; y por otro lado, existe liberación de recursos que pueden ser empleados en otra actividad mejor, lo cual es un **beneficio social por "liberación de recursos"**; la diferencia entre ellos (beneficio-costo) es el efecto indirecto que debe considerarse

en la evaluación, por lo que éste puede ser negativo o positivo, dependiendo del caso. En el caso de nuestro ejemplo, como supusimos que el mercado del bien sustituto está en equilibrio, el beneficio por liberación de recursos es igual al costo por menor consumo (área sombreada en la gráfica), por lo que el efecto indirecto sería igual a cero. Entonces, para que se presenten efectos indirectos, es condición indispensable que existan distorsiones (impuestos discriminatorios o subsidios) en el mercado del bien o servicio sustituto. Veamos el caso de los efectos indirectos en un bien sustituto con impuesto discriminatorio.

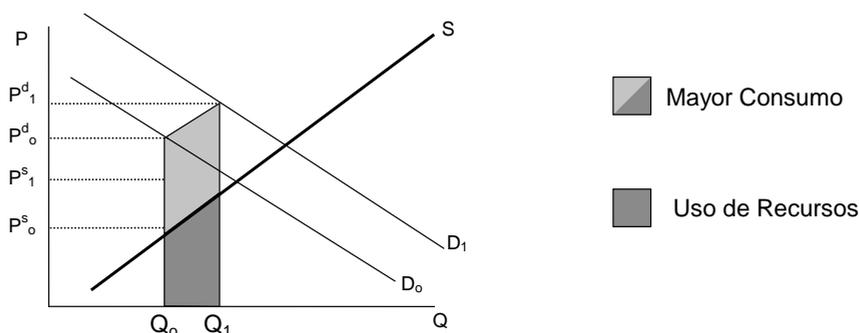
GRÁFICA N° 12
MERCADO DEL BIEN O SERVICIO SUSTITUTO
CON IMPUESTO DISCRIMINATORIO



Con impuesto el precio de demanda es mayor que el precio de oferta sin proyecto (P₀^d y P₀^s) y con proyecto (P₁^d y P₁^s) en este caso **la influencia del proyecto sobre el mercado del bien sustituto provoca un costo por “menor consumo”** mayor que el beneficio por “liberación de recursos” (como se muestra en la Gráfica N° 12), por lo que el efecto indirecto es negativo.

La influencia de un proyecto nuevo en el mercado de un bien complementario, es decir, cuando el proyecto produce un bien o servicio cuyo uso o alguno de sus usos requiera de la utilización de otro bien o servicio; es a la inversa de la influencia en el mercado de un bien o servicio sustituto, o sea que, al aumentar la cantidad demandada del bien o servicio que produce el proyecto, aumenta la demanda del bien o servicio complementario; veámoslo gráficamente. (Véase Gráfica N° 13).

GRÁFICA N° 13

MERCADO DEL BIEN O SERVICIO COMPLEMENTARIO
CON IMPUESTO DISCRIMINATORIO

Al aumentar la demanda del bien o servicio complementario debido al aumento de la cantidad demandada del bien o servicio que produce el proyecto, hay un aumento de la cantidad demandada de Q_0 a Q_1 , lo que genera un **beneficio por "mayor consumo"**; y también un aumento en precios del bien o servicio, lo que incentiva a un aumento en la cantidad ofrecida por los productores, provocándose así un **costo por "uso de recursos"**. Como en este caso, el beneficio es mayor que el costo, el efecto indirecto es positivo.

Externalidades

A los efectos anteriores hay que agregarles las externalidades producidas en forma directa por el proyecto. Estas pueden ser positivas o negativas. Es el caso en el cual el proyecto contamina el medio ambiente, ya sea porque emite humo o deposita residuos a un cauce de riego o a un río que se usa con fines recreativos o productivos. Como se puede apreciar, las **externalidades negativas** son los efectos que como consecuencia del proyecto ocasionan un perjuicio a la sociedad y, por lo tanto, existe un costo por ese motivo.

Un proyecto también puede generar **externalidades positivas**, por ejemplo, el descongestionamiento que se produciría en el tránsito urbano si se construye un tren ligero subterráneo o metro en una ciudad.

Existen infinidad de ejemplos de externalidades, tales como en los casos de emisiones de humo que contaminan el aire, perjudican la salud de la población y ensucian las calles y las construcciones; cuando una planta industrial al usar agua

la contamina y la vierte a un canal de riego, lo que provoca que los agricultores que riegan su cosecha con esa agua obtengan una menor producción agrícola y/o de menor calidad; cuando se agrega un pozo para regar con agua subterránea en un lugar donde existen otros pozos aledaños el costo de extracción de los otros propietarios de pozos aumenta; etc.

Las externalidades que se provocan se identifican como tales sólo si, en el caso de las negativas, el proyecto no paga su costo, que de si hacerlo, entonces representaría un costo directo para el proyecto; y para las positivas, si el proyecto no internaliza el beneficio generado a otros, es decir, que no se cobre por el disfrute de la externalidad, de ser cobrada, entonces se tendría que identificar como un beneficio directo.

Efectos Intangibles

Estos efectos también pueden ser positivos o negativos y están a consideración de las personas que tomen la decisión de ejecutar el proyecto o rechazarlo. Los efectos intangibles no se pueden cuantificar; sin embargo, pueden ocasionar serios problemas. Por ejemplo, si un proyecto de construcción de una escuela en una colonia de trabajadores de una empresa pública no es rentable, debido a que en la colonia vecina existe otra escuela que tiene capacidad para captar a los estudiantes de ambas colonias, pero los colonos de la primera colonia están obstinados en tener escuela propia, e insisten en su construcción haciendo presión con amenazas de huelga en la empresa pública, entonces puede convenir realizar el proyecto aunque por sí solo no sea rentable, porque de lo contrario se pueden incurrir en costos enormes, que no se pueden estimar monetariamente.

Cabe señalar como efectos intangibles, entre otros, razones de estrategia política o de seguridad nacional, efectos sobre el clima y medio ambiente, la distribución del ingreso hacia zonas desposeídas, entre otros.

La evaluación socioeconómica de proyectos de inversión pública es una herramienta que auxilia a tomar decisiones acertadas, pero no es determinante, porque el tomador de decisiones tendrá que considerar los intangibles que se pudieran presentar con la ejecución del proyecto. De ahí, que un proyecto que sea rentable no se realice, o un proyecto que no sea rentable se ejecute; también puede ser que un proyecto rentable se refuerce aún más con efectos intangibles positivos, por lo que no cabría duda en ejecutarlo, o que un proyecto que no resultó rentable y tenga efectos intangibles negativos se deseche indiscutiblemente.

Como se puede observar en los efectos de un proyecto analizados, los beneficios y costos que se consideran en la evaluación socioeconómica, son los beneficios y costos que se generarían en el pleno de la sociedad, de la localidad, si se ejecutara el proyecto; por tal razón es importante identificarlos en su totalidad.

Hasta aquí, hemos analizado algunos ejemplos de los efectos que pueden generar los proyectos de inversión, pero es importante señalar que en cada caso interactúan variables diferentes que influyen en los proyectos y sus efectos, así se trate de la ejecución de un mismo tipo de obra para la producción de un bien o servicio. Así como, a su vez los proyectos tienen influencia en diferentes mercados, ya sean internos o externos, en los que ocasionan beneficios y costos sociales diferentes.

1.5. CUANTIFICACIÓN Y VALORACIÓN DE LOS BENEFICIOS Y COSTOS SOCIALES DE LOS PROYECTOS

Una vez identificados los diferentes efectos que pueden provocar los proyectos, para poder evaluarlos es necesario establecer las cantidades de cada uno de los beneficios y costos que se pretende el proyecto genere a través del tiempo y hasta el término de su vida útil, para luego medirlos a cada uno de ellos en unidades monetarias, y así homogeneizarlos y hacerlos comparables. Veamos el caso de la cuantificación y valoración de cada uno de los efectos de los proyectos.

Cuantificación y Valoración de los Efectos Directos

En el caso de los costos y beneficios directos que el proyecto genera, su cuantificación dependerá de las proyecciones que se realicen acerca de qué cantidad de recursos se utilizarán para la inversión y operación del proyecto durante su vida útil y los resultados que tendrá la estimación de la demanda del consumo de bienes o servicios que se producirán con el proyecto.

Hasta ahora, los efectos directos serían representados como un flujo de costos y beneficios de un proyecto privado, en el cual se determina la cantidad tanto de recursos que se utilizarán, como de los bienes o servicios que se producirán, y para valorarlos se multiplican dichas cantidades por sus respectivos precios de mercado, dándonos así los montos de los costos y beneficios privados.

Pero el precio de mercado no siempre es un precio que nos refleje una valoración real de lo que la sociedad pierde o gana con el proyecto, debido a que en la economía existen distorsiones, tales como subsidios e impuestos discriminatorios, que dan ventaja a ciertos mercados y desventajas a otros, por lo que los precios que se presentan en el mercado en algunos casos pueden estar por debajo del precio real

y, en otros, por arriba de éste. Y para la evaluación socioeconómica de proyectos se deben valorar los beneficios y costos con el “precio real”, que algunos economistas lo denominan “precio sombra”, pero que nosotros lo denominaremos “precio social”, porque es el precio para la sociedad de utilizar sus recursos.

Para realizar la conversión de los precios de mercado a precios sociales, se multiplican los primeros por un factor que les corresponde. En México los estudios para la determinación de los Factores de conversión los realiza el Banco Nacional de Obras y Servicios Públicos (BANOBRAS) a través del Centro de Estudios en Preparación y Evaluación de Proyectos (CEPEP), donde estiman los factores de conversión a precios sociales del capital, la mano de obra, la divisa y determinan cuál es la tasa social de descuento,⁴ que se debe utilizar para medir la rentabilidad de los proyectos.

Efectos Indirectos

La cuantificación y valoración de los costos y beneficios indirectos es similar a la de los directos, sólo que única y exclusivamente se realiza para la influencia debida al proyecto en los mercados relacionados, para lo que se deben realizar estimaciones de cada uno de ellos a lo largo de la vida útil del proyecto.

Externalidades

En general, es difícil determinar la magnitud de las externalidades, sean positivas o negativas. En algunos casos, es posible tener una idea del daño que provocan por ejemplo las emanaciones de ciertas industrias, al estimar las probables pérdidas en la producción de las actividades que afecta, valoradas al precio de esa producción. Aunque sea difícil calcular las externalidades que surgen con la ejecución del proyecto, conviene hacer una descripción de ellas en la presentación del mismo, incluyendo además una apreciación de carácter cualitativo.

Analicemos la cuantificación y valoración de las externalidades (si es posible) con un ejemplo:

Supongamos que el proyecto es el de instalar una planta industrial en un lugar donde hasta ahora la actividad principal es la agrícola; y que la fuente de riego para los cultivos de los agricultores es un río que fluye por el lugar; pero el proyecto requeriría

⁴ *La tasa social de descuento mide el sacrificio que el país debe hacer anualmente por cada unidad monetaria requerida para financiar un nuevo proyecto. Dicho sacrificio por dejar de hacer otras inversiones al realizarse el proyecto y los efectos financieros que se generan al requerir fuentes de financiamiento y aumentar la demanda monetaria.*

de vertir sus desechos líquidos al cauce del río, lo que implica su contaminación y, por ende, la afectación de las actividades agrícolas, pues sus productos se obtendrían de una menor calidad o no se realizarían; es decir, se provoca con el proyecto una externalidad. Ahora veamos cómo se mediría esta externalidad.

En principio, podemos observar que la afectación es una disminución en el valor de la producción, y ésta se reflejaría en el valor de la tierra, pues un terreno vale en términos actuales lo que es capaz de producir a través del tiempo; entonces, de entrada al análisis de la externalidad de este proyecto, se podría decir que el monto de la externalidad sería la diferencia de valor de la tierra de los agricultores sin el proyecto y el valor de ésta con el proyecto. (Supongamos que esta diferencia fuera de 100).

Pero si esta afectación a los agricultores se pudiera solucionar con alguna técnica de tratamiento del agua, de las cuales, supongamos existen dos, con costos de 60 y 40 respectivamente, entonces el monto de la externalidad no sería 100, sino 40, que es el costo menor de evitar la contaminación del agua. Esto respondiendo a un principio de la evaluación socioeconómica de proyectos, que dice, *“el valor atribuible a un costo no puede ser mayor que el costo de evitarlo”*. Así, si la técnica de tratamiento del agua tuviera un costo de 120 en vez de 60 de la primera técnica y 40 de la segunda, entonces, el monto de la externalidad serían los 100 en que disminuiría el valor de los terrenos agrícolas si se ejecutara el proyecto.

Efectos Intangibles

En cuanto a los efectos intangibles, como ya habíamos visto, no es posible medirlos monetariamente, lo que es lo mismo que no se pueden ni cuantificar ni valorar; pero es recomendable hacer una descripción cualitativa de ellos, que nos ayude a tomar la decisión de ejecutar o no el proyecto.

Entonces, en la evaluación socioeconómica de proyectos de inversión se contemplan para obtener los beneficios netos de los proyectos de inversión, los siguientes beneficios y costos.

$$BN = (Bd - Cd) + (B_{ind} - C_{ind}) + ((+)Ex(-)Ex)$$

donde:

BN = Beneficio neto.

Bd = Beneficios directos.

Cd = Costos directos.

Bind = Beneficios indirectos.

Cind = Costos indirectos.

Ex = Externalidades.

1.6. CONVENIENCIA DE EVALUAR SOCIOECONÓMICAMENTE LOS PROYECTOS DE INVERSIÓN PÚBLICA

La evaluación socioeconómica de proyectos de inversión tiene varias ventajas que influyen en el desarrollo y capacidad financiera de las entidades y municipios; pues, al ser una herramienta útil para optimizar los recursos disponibles, aumentan en términos relativos los ingresos fiscales de las entidades, ya que con los mismos recursos se pueden realizar más proyectos de inversión de mejor calidad y más rentables, lo que se traduce también en un incentivo al crecimiento y desarrollo económico de las actividades productivas, que representa también mayores ingresos fiscales futuros y, por ende, llegar a tener la capacidad de aprovechar más oportunidades de inversión pública, y así mantener un crecimiento integral, sostenido y sustentable.

Además, la evaluación socioeconómica de proyectos de inversión pública, al considerar la rentabilidad de éstos para el pleno de la sociedad, es un método efectivo de distribución de la riqueza, no digamos equitativamente, sino eficiente y convenientemente para todos; pues si un proyecto de inversión pública es rentable bajo este análisis, gana toda la sociedad en su conjunto, aunque en lo particular pueda ser que unos ganen más que otros.

Por otra parte, el hecho de comprobar la rentabilidad socioeconómica de un proyecto (es decir, la conveniencia social de su ejecución) permite que al presentar la solicitud de crédito a las instituciones financieras que se elijan, es muy probable que será aprobado, sobre todo por la Banca de Desarrollo, cuyo interés principal es el crecimiento económico de las entidades federativas y los municipios, así como la mejora del bienestar social.

CAPÍTULO 2

Medición de la Rentabilidad de los Proyectos

2.1. CRITERIOS DE EVALUACIÓN DE LA RENTABILIDAD DE LOS PROYECTOS DE INVERSIÓN

En el capítulo anterior mencionamos en numerosas ocasiones el concepto de rentabilidad, y se dijo que si un proyecto es rentable, entonces, es conveniente su ejecución. También se puede utilizar este concepto para comparar entre proyectos o entre alternativas de proyecto para su selección. Por ello, se puede apreciar la importancia que reviste la medición de la rentabilidad de los proyectos, la cual se efectúa una vez que los beneficios y costos de éstos han sido identificados, cuantificados y valorados. A continuación analizaremos los diferentes criterios de evaluación y selección que se utilizan respectivamente para medir la rentabilidad y para la elección de los proyectos de inversión, cuya aplicación depende de las características de los proyectos en cuanto a vida útil y beneficios que generan.

2.1.1. Principio Costo-Beneficio

El principio costo-beneficio consiste en obtener la diferencia entre costos y beneficios que se estima obtener a lo largo de la vida útil de los proyectos, es decir, calcular los beneficios netos de los proyectos en cada uno de los años de su vida útil; y actualizarlos al año cero (año en que iniciaría la ejecución del proyecto). Este principio se utiliza cuando los proyectos o alternativas de proyecto que se comparan generan diferentes tipos y/o cantidades de beneficios a diferentes costos durante su vida útil. Por ejemplo, si el proyecto fuese la construcción de un camino de acceso a una población, donde actualmente se ingresa por brecha, los beneficios que se obtendrían serían por el ahorro en costos generalizados de viaje de los usuarios; es decir, el ahorro en tiempo que podría ser utilizado por ellos en otras actividades, y el ahorro en costos de operación de sus vehículos, pues éstos se desgastarían menos y disminuirían su consumo de combustible con el proyecto; además de que posiblemente se identificarían otros beneficios como podría ser el impulso económico-comercial de dicha población u otros (que también generarían costos).

Si las alternativas de proyecto fueran la construcción de un camino empedrado o de un camino de asfalto, entonces, los beneficios por ahorro en costos generalizados de viaje serían menores en la alternativa del empedrado que en la alternativa de asfalto, y los montos de inversión serían diferentes (menor para el empedrado y mayor para el asfalto); por lo que para poder comparar estas alternativas, se requiere de actualizar los beneficios netos estimados en cada año de su vida útil, (que serían diferentes para cada alternativa) al año en el que se realizaría la inversión.

Los indicadores para medir la rentabilidad de los proyectos bajo el principio del costo-beneficio, son el Valor Actual Neto (VAN) y el Valor Anual Equivalente (VAE), los cuales en seguida analizaremos.

2.1.1.1. Valor Actual Neto (VAN)

El Valor Actual Neto, también conocido como Valor Presente Neto (VPN), consiste en actualizar al año cero (año en que se realiza la inversión), los valores de los beneficios netos de cada año del proyecto, pues no es válido compararlos directamente porque la unidad monetaria (pesos) a través del tiempo tiene diferente valor, es decir, cada unidad monetaria que se requiere para ejecutar el proyecto, de no ser utilizada por éste, sería utilizada en otro proyecto (que se considere el segundo mejor a realizar) que generaría cierta rentabilidad, que sería igual al aumento de valor que el segundo mejor proyecto alternativo tendría la capacidad de agregar a cada unidad monetaria utilizada, lo que para el proyecto en evaluación representaría su costo de oportunidad (también conocido como costo alternativo o implícito), el cual, dado que es un costo del proyecto, debe ser considerado en la evaluación.

La manera en que se puede considerar en la evaluación de los proyectos el costo de utilizar recursos monetarios para ejecutarlos, en vez de utilizarlos en el segundo mejor proyecto alternativo, es descontando la rentabilidad del segundo mejor proyecto alternativo para cada año de vida de los proyectos; lo que es igual a actualizar los valores del flujo de beneficios netos que se estima genere el proyecto durante su vida útil. Después de que los costos de oportunidad de los recursos monetarios hayan sido considerados (descontados) en los proyectos evaluados, cualquier beneficio remanente indicará la generación de ganancia adicional de éstos con respecto a los proyectos alternativos, o sea, que los proyectos son rentables si su Valor Actual Neto (VAN) es positivo.

La formulación matemática del VAN es la siguiente:

$$\text{VAN} = \sum_{t=0}^n \frac{B_t}{(1+i)^t} - \sum_{t=0}^n \frac{C_t + I_t}{(1+i)^t}$$

donde,

B_t = Flujo de beneficios del proyecto en el año t (cada año de la vida útil u horizonte de planeación).

C_t = Flujo de costos del proyecto en el año t .

I_t = Inversión en el momento t de la evaluación.

i = Tasa de descuento.⁵

La fórmula anterior también se puede expresar de las siguientes formas:

$$VAN = \sum_{t=0}^n \frac{B_t - C_t - I_t}{(1+i)^t}$$

que es lo mismo que,

$$VAN = \sum_{t=0}^n \frac{BN_t}{(1+i)^t}$$

donde,

BN_t = Flujo de beneficios netos del proyecto.

En lo general, el valor actual (en el año cero) de un flujo de beneficios netos que se generarán durante “ n ” años por un proyecto, será:

$$VAN = BN_0 + \frac{BN_1}{(1+i)} + \frac{BN_2}{(1+i)^2} + \frac{BN_3}{(1+i)^3} + \dots + \frac{BN_n}{(1+i)^n}$$

5 La tasa de descuento representa el costo de oportunidad del capital (recursos monetarios) al utilizarse en el proyecto en vez de darle otro uso. En el caso de la evaluación privada i es la rentabilidad mínima esperada por el inversionista privado, que por lo general sería la rentabilidad que obtendría en otro proyecto que pudiera realizar en vez del proyecto en cuestión (como invertir en un instrumento financiero), o la fija arbitrariamente según su ambición. En la evaluación socioeconómica de proyectos se utiliza la tasa social de descuento (i^*), la cual mide el sacrificio que el país debe hacer anualmente por cada unidad monetaria requerida para financiar un nuevo proyecto. Dicho sacrificio puede ser por dejar de hacer otras inversiones al realizarse el proyecto y los efectos financieros que se generan por aumentar la demanda de fuentes de financiamiento. En el caso de México, el Banco Nacional de Obras y Servicios Públicos (BANOBRA) a través del Centro de Estudios para la Preparación y Evaluación de Proyectos (CEPEP), realiza las estimaciones de la tasa social de descuento a aplicar en la evaluación de los proyectos públicos.

El VAN, además de medir la rentabilidad de los proyectos nos puede servir para comparar entre proyectos, o alternativas de proyecto de igual vida útil (duración), y así, elegir los más convenientes.

El criterio de decisión que se adopta para seleccionar proyectos bajo este indicador de la rentabilidad, es escoger el proyecto que obtenga el máximo VAN, o sea, el más rentable. Analicemos algunos ejemplos para explicar lo anterior.

Supongamos que tenemos tres alternativas de proyecto a evaluar, de las cuales tenemos que elegir la más rentable. Las tres alternativas tienen una vida útil de 3 años y el flujo de beneficios y costos durante éstas son los siguientes:

ALTERNATIVA 1

	VIDA ÚTIL			
	0	1	2	3
INVERSIÓN	\$ 7'420,000			
BENEFICIOS		\$ 15'350,000	\$ 18'420,000	\$ 21'693,000
COSTOS			15'210,000	16'745,000
		13'675,000		
BENEFICIO NETO	-\$ 7'420,000	+ 1'675,000	+ 3'210,000	+ 4'948,000

ALTERNATIVA 2

	VIDA ÚTIL			
	0	1	2	3
INVERSIÓN	\$ 9'350,000			
BENEFICIOS		\$ 9'350,000	\$ 10'125,000	\$ 13'542,000
COSTOS		5'690,000	6'133,000	7'819,000
BENEFICIO NETO	-\$ 9'350,000	+ 3'660,000	+ 3'992,000	+ 5'723,000

ALTERNATIVA 3

	VIDA ÚTIL			
	0	1	2	3
INVERSIÓN	\$ 10'736,000			
BENEFICIOS		\$ 11'311,000	\$ 11'736,000	\$ 13'150,000
COSTOS		5'843,000	7'025,000	7'315,000
BENEFICIO NETO	-\$ 10'736,000	+ 5'468,000	+ 4'711,000	+ 5'835,000

Ahora midamos la rentabilidad de cada una de estas alternativas, utilizando el indicador del VAN y suponiendo una tasa de descuento del 18%.⁶

ALTERNATIVA 1

$$VAN_1(18\%) = -7'420,000 + \frac{1'675,000}{(1+.18)} + \frac{3'210,000}{(1+.18)^2} + \frac{4'948,000}{(1+.18)^3}$$

$$VAN_1(18\%) = -7'420,000 + \frac{1'675,000}{1.18} + \frac{3'210,000}{1.3924} + \frac{4'948,000}{1.643032}$$

$$VAN_1(18\%) = -7'420,000 + 1'419,492 + 2'305,372 + 3'011,506$$

$$VAN_1(18\%) = -7'420,000 + 6'736,369$$

$$VAN_1(18\%) = -683,631$$

ALTERNATIVA 2

$$VAN_2(18\%) = -9'350,000 + \frac{3'660,000}{(1+.18)} + \frac{3'992,000}{(1+.18)^2} + \frac{5'723,000}{(1+.18)^3}$$

$$VAN_2(18\%) = -9'350,000 + \frac{3'660,000}{1.18} + \frac{3'992,000}{1.3924} + \frac{5'723,000}{1.643032}$$

6 Tanto del cálculo del VAN como de los siguientes indicadores de la rentabilidad de los proyectos que se revisarán más adelante, en la actualidad los cálculos se pueden realizar fácilmente con una calculadora financiera, y aún más fácil con una hoja de cálculo de computadora como Excel, utilizando del menú "Fórmulas", icono o submenú "Insertar función", seleccionar la categoría "Financieras", y posteriormente seleccionar la función, que para el caso del VAN sería "VNA", luego se abre ventana llamada "Argumentos de función", en la que en primer lugar hay que poner la tasa de descuento, que en el caso de nuestro ejemplo sería 0.18, enseguida se pone cada uno de los valores de beneficios netos desde el año 1 hasta el año n en el campo correspondiente, se oprime el botón "Aceptar", y al valor que resulta en la celda se le resta el valor de la inversión inicial del año 0, con lo cual obtenemos el resultado final del VAN.

$$VAN_2(18\%) = -9'350,000 + 3'101,695 + 2'866,992 + 3'4893194$$

$$VAN_2(18\%) = -9'350,000 + 9'451,882$$

$$VAN_2(18\%) = 101,882$$

ALTERNATIVA 3

$$VAN_3(18\%) = -10'736,000 + \frac{5'468,000}{(1+.18)} + \frac{4'711,000}{(1+.18)^2} + \frac{5'835,000}{(1+.18)^3}$$

$$VAN_3(18\%) = -10'736,000 + \frac{5'468,000}{1.18} + \frac{4'711,000}{1.3924} + \frac{5'835,000}{1.643032}$$

$$VAN_3(18\%) = -10'736,000 + 4'633,898 + 3'383,367 + 3'551,361$$

$$VAN_3(18\%) = -10'736,000 + 11'568,626$$

$$VAN_3(18\%) = 832,626$$

De los resultados obtenidos en cada una de las tres alternativas, podemos percatarnos que la más rentable es la alternativa 3, porque es la que tiene el máximo VAN, es decir, $VAN_3 > VAN_2 > VAN_1$, entonces, la alternativa a seleccionar sería la 3 por ser la más conveniente, ya que si ejecutamos el proyecto con la alternativa 3 el país, estado y municipio donde se realice, será más rico en \$832,626 que si no se realiza. Por otra parte, podemos observar que la alternativa 1 arroja un resultado negativo en su VAN, lo que quiere decir, que si se ejecutara ese proyecto, el país, estado y municipio donde se realizara sería \$683,631 más pobre, por lo que resulta inconveniente la ejecución de ese proyecto.

2.1.1.2. Selección de Alternativas de Proyecto con Distinta Vida Útil

Como ya se señaló, el VAN es un indicador de la rentabilidad de los proyectos, que sirve para compararlos cuando éstos tienen una misma duración (vida útil). Pero también podemos confrontar el caso de comparar entre proyectos con distinta vida útil. En este último caso, si los proyectos a comparar fueran dos, y la duración de uno de ellos fuera múltiplo perfecto del otro, por ejemplo, una vida útil de 3 años para el primero y una vida útil de 6 años para el segundo, podríamos compararlos bajo el indicador del VAN si suponemos que el primer proyecto se repitiera al finalizar el tercer año de su vida útil; ahora que, si los proyectos no tienen vidas útiles que sean múltiplos perfectos, entonces, no podemos suponer que se repitiera el proyecto, por lo que es recomendable utilizar el indicador del “Valor Anual Equivalente (VAE)” para comparar entre proyectos con diferente duración de vida útil.

Su expresión matemática es la siguiente:

$$VAE = \frac{VAN}{\sum_{t=0}^n \frac{1}{(1+i)^t}}$$

Es decir, que para un proyecto de “n” años se expresaría como sigue:

$$VAE = \frac{VAN}{\frac{1}{(1+i)^0} + \frac{1}{(1+i)^1} + \frac{1}{(1+i)^2} + \frac{1}{(1+i)^3} + \dots + \frac{1}{(1+i)^n}}$$

Analicemos un ejemplo hipotético, en el cual comparemos la alternativa 3 del ejemplo anterior, que fue la más rentable, la cual tiene una vida útil de tres años; contra otra alternativa con vida útil de cinco años, a la que denominaremos alternativa 4, y su flujo de costos y beneficios es el que a continuación se presenta.

ALTERNATIVA 4

	VIDA ÚTIL					
	0	1	2	3	4	5
INVERSIÓN	13'172,736					
BENEFICIOS		12'442,000	12'714,000	13'150,000	15'028,000	16'437,000
COSTOS		7'011,000	9'367,000	8'882,000	10'449,000	11'494,000
BENEFICIO NETO	-13'172,736	+5'431,000	+3'347,000	+4'268,000	+4'579,000	+4'943,000

Ahora, obtengamos el VAE de ambas alternativas de proyecto, para lo cual será necesario calcular el VAN de la alternativa 4, y utilizar el VAN ya conocido de \$832,626 de la alternativa 3.

ALTERNATIVA 4

$$VAN_4(18\%) = -13'172,736 + \frac{5'431,000}{(1+.18)} + \frac{3'347,000}{(1+.18)^2} + \frac{4'268,000}{(1+.18)^3} + \frac{4'579,000}{(1+.18)^4} + \frac{4'943,000}{(1+.18)^5}$$

$$VAN_4(18\%) = -13'172,736 + \frac{5'431,000}{1.18} + \frac{3'347,000}{1.3924} + \frac{4'268,000}{1.643032} + \frac{4'579,000}{1.938778} + \frac{4'943,000}{2.287758}$$

$$VAN_4(18\%) = -13'172,736 + 4'602,542 + 2'403,763 + 2'597,636 + 2'361,797 + 2'160,631$$

$$VAN_4(18\%) = -13'172,736 + 14'126,370$$

$$VAN_4(18\%) = 953,634$$

Como podemos observar, el VAN₄ de \$953,634 es mayor que el VAN₃ de \$832,626, pero eso no quiere decir que la alternativa 4 sea más conveniente que la alternativa 3, porque sus duraciones son diferentes, por lo que no se pueden comparar mediante el indicador del VAN. Enseguida, calculemos el VAE para cada una de ellas.

ALTERNATIVA 3

$$VAE_3 = \frac{832,626}{\frac{1}{(1+.18)^0} + \frac{1}{(1+.18)^1} + \frac{1}{(1+.18)^2} + \frac{1}{(1+.18)^3}}$$

$$VAE_3 = \frac{832,626}{1 + \frac{1}{1.18} + \frac{1}{1.3924} + \frac{1}{1.643032}}$$

$$VAE_3 = \frac{832,626}{1 + 0.847458 + 0.718184 + 0.608631}$$

$$VAE_3 = \frac{832,626}{3.174273}$$

$$VAE_3 = 262,304$$

ALTERNATIVA 4

$$VAE_4 = \frac{953,634}{\frac{1}{(1+.18)^0} + \frac{1}{(1+.18)^1} + \frac{1}{(1+.18)^2} + \frac{1}{(1+.18)^3} + \frac{1}{(1+.18)^4} + \frac{1}{(1+.18)^5}}$$

$$VAE_4 = \frac{953,634}{\frac{1}{1} + \frac{1}{1.18} + \frac{1}{1.3924} + \frac{1}{1.643032} + \frac{1}{1.938778} + \frac{1}{2.287758}}$$

$$VAE_4 = \frac{953,634}{1+0.847458+0.718184+0.608631+0.515789+0.437109}$$

$$VAE_4 = \frac{953,634}{4.127171}$$

$$VAE_4 = 231,062$$

Como se puede apreciar, una vez anualizada la rentabilidad de ambas alternativas, resulta que el VAE_3 de 262,304 es mayor que el VAE_4 de 231,062, por lo que es más rentable la alternativa 3 que la 4, y por ende, es más conveniente ejecutar el proyecto con la alternativa 3.

2.1.2. Principio Costo-Eficiencia

Hasta ahora hemos analizado la selección de proyectos basándonos en el denominado “Principio Costo-Beneficio” (comparando entre el valor de los beneficios y el de los costos, es decir, obteniendo el beneficio neto). Pero puede darse el caso de que dos alternativas de proyectos obtengan un mismo beneficio con diferentes costos, sobre todo en proyectos sociales. Por ejemplo, en el caso del abastecimiento de agua

potable para una comunidad se pueden presentar dos alternativas de proyecto, la alternativa 1 puede ser la introducción de redes de agua potable mediante tuberías de hierro dúctil (material caro pero duradero), y la alternativa 2 puede ser la introducción de redes de agua potable utilizando tuberías de asbesto (material menos caro, pero no tan duradero); con las dos alternativas la comunidad tendría agua y su beneficio de disponer de este recurso sería el mismo, pero cada una de ellas tendría costos diferentes. Entonces, el criterio de evaluación y selección de las alternativas de proyectos que se debe aplicar es bajo el denominado “Principio Costo-Eficiencia”, es decir, elegir la alternativa que utilice menos recursos y de la mejor manera, o sea, aquella que minimice los costos.

Los indicadores de la rentabilidad de los proyectos que se utilizan para su evaluación bajo este principio, son el “Valor Actual de los Costos” (VAC) y el “Costo Anual Equivalente” (CAE), los cuales analizaremos en lo posterior.

2.1.2.1. Valor Actual de los Costos (VAC)

El valor actual de los costos (VAC), es el indicador utilizado para medir la rentabilidad de alternativas de proyecto, con igual vida útil y que durante la misma generan los mismos beneficios en cada periodo a diferentes costos. Con este indicador el criterio de selección de la alternativa de proyecto más rentable, es elegir la que obtenga como resultado el menor VAC.

La expresión matemática que lo representa es la siguiente:

$$VAC = \sum_{t=0}^n \frac{C_t}{(1+i)^t}$$

donde,

C_t = Flujo de costos del proyecto, incluyendo inversiones, en el año t (cada año de la vida útil u horizonte de planeación).

i = Tasa de descuento.

Lo que para un flujo de “ n ” años de vida útil de un proyecto sería:

$$VAC = C_0 + \frac{C_1}{(1+i)} + \frac{C_2}{(1+i)^2} + \frac{C_3}{(1+i)^3} + \dots + \frac{C_n}{(1+i)^n}$$

Supongamos dos alternativas de proyecto con vida útil de tres años y los flujos que se presentan a continuación:

ALTERNATIVA 1

	VIDA ÚTIL			
	0	1	2	3
INVERSIÓN	\$ 10'000,000			
BENEFICIOS		\$ 7'000,000	\$ 9'000,000	\$ 12'000,000
COSTOS		1'200,000	2'000,000	2'500,000

ALTERNATIVA 2

	VIDA ÚTIL			
	0	1	2	3
INVERSIÓN	\$ 11'500,000			
BENEFICIOS		\$ 7'000,000	\$ 9'000,000	\$ 12'000,000
COSTOS		850,000	1'350,000	2'000,000

Como podemos observar, ambas alternativas de proyecto generan los mismos beneficios, pero la inversión inicial y los costos de cada período son diferentes, por lo que es recomendable utilizar el VAC como indicador de la rentabilidad, para evaluarlas y elegir la alternativa que minimice los costos.

Ahora calculemos el VAC de cada una de las alternativas, suponiendo una tasa de descuento de 18%:

ALTERNATIVA 1

$$VAC_1(18\%) = 10'000,000 + \frac{1'200,000}{(1+.18)} + \frac{2'000,000}{(1+.18)^2} + \frac{2'500,000}{(1+.18)^3}$$

$$VAC_1(18\%) = 10'000,000 + \frac{1'200,000}{1.18} + \frac{2'000,000}{1.3924} + \frac{2'500,000}{1.643032}$$

$$VAC_1(18\%) = 10'000,000 + 1'016,949 + 1'436,36.9 + 1'521,577$$

$$VAC_1(18\%) = 13'974,895$$

ALTERNATIVA 2

$$VAC_2(18\%) = 11'500,000 + \frac{850,000}{(1+.18)} + \frac{1'350,000}{(1+.18)^2} + \frac{2'000,000}{(1+.18)^3}$$

$$VAC_2(18\%) = 11'500,000 + \frac{850,000}{1.18} + \frac{1'350,000}{1.3924} + \frac{2'000,000}{1.643032}$$

$$VAC_2(18\%) = 11'500,000 + 720,339 + 969,549 + 1'217,262$$

$$VAC_2(18\%) = 14'407,150$$

Los resultados obtenidos nos muestran que VAC_1 de 13'974,895 es menor que VAC_2 de 14'407,150, por lo tanto, la alternativa más conveniente por ser la más rentable, es la alternativa 1.

2.1.2.2. Selección de Alternativas de Proyecto con Distinta Vida Útil.

El “Costo Anual Equivalente” (CAE), es el indicador, que bajo el principio costo-eficiencia se utiliza para comparar entre alternativas de proyecto de diferente vida útil. El criterio que se emplea para elegir la alternativa de proyecto más conveniente, es seleccionar la de menor CAE.

La expresión matemática que lo representa es la siguiente:

$$CAE = \frac{VAC}{\sum_{t=0}^n \frac{1}{(1+i)^t}}$$

Lo que es igual para un proyecto de “n” años de vida útil, así:

$$CAE = \frac{VAC}{\frac{1}{(1+i)^0} + \frac{1}{(1+i)^1} + \frac{1}{(1+i)^2} + \frac{1}{(1+i)^3} + \dots + \frac{1}{(1+i)^n}}$$

2.1.3. Tasa Interna de Retorno (TIR)

La Tasa Interna de Retorno (TIR) es un indicador de la rentabilidad de los proyectos, que sirve para evaluar proyectos en función de una única tasa de rendimiento por periodo con la cual la totalidad de beneficios actualizados son exactamente iguales a los costos o egresos también actualizados, lo que quiere decir, que la TIR corresponde a la tasa de descuento que torna igual a cero al valor actual neto (VAN); o sea, que también viene representando la tasa de interés (costo del capital) más alta que se podría pagar con una inversión sin perder dinero, si absolutamente todos los fondos para el financiamiento de la inversión se tomaran prestados y el préstamo (principal e interés acumulado) se pagara con las entradas en efectivo de la inversión misma; y si se emplea capital propio, entonces representaría el máximo costo de oportunidad del capital (rentabilidad de la mejor alternativa de inversión) que el proyecto puede enfrentar.

De lo anterior se deduce, que el criterio para decidir si conviene ejecutar un proyecto, utilizando en la evaluación el indicador de la rentabilidad de la TIR, es que el proyecto debe aceptarse si la TIR es igual o mayor que la tasa de descuento (o tasa de interés, desde el punto de vista del análisis de un crédito), y debe rechazarse si es menor.

Es importante resaltar que en proyectos cuyos flujos cambian de signo más de una vez, existe la posibilidad de obtener más de una TIR, lo que nos puede inducir a adoptar una decisión errónea. Por ello, es recomendable el uso de la TIR para proyectos con un comportamiento normal en sus flujos, es decir, para aquellos proyectos que primero incurren en costos de inversión, y después generan beneficios netos positivos. Además, la TIR no puede usarse para seleccionar entre proyectos mutuamente excluyentes (si se realiza un proyecto, no se realiza otro u otros), pues aunque un proyecto tenga una TIR superior a otro, el Valor Actual Neto (VAN) puede ser inferior. De tal manera, que este indicador es útil para medir la rentabilidad de un proyecto independiente, lo que es atractivo para quienes realizan la inversión y para los bancos que suministran fondos para inversión.

La expresión matemática de la TIR es la siguiente:

$$\sum_{t=0}^n \frac{BN_t}{(1+r)^t} = 0$$

donde “r” es la Tasa Interna de Retorno (TIR).

Realicemos un ejemplo de cómo calcular la TIR para un proyecto de cinco años de vida útil e inversión inicial de diez millones de pesos, que supondremos tiene el flujo de beneficios netos (BN) presentados a continuación:⁷

	0	1	2	3	4	5
BN	-\$10'000,000	2'000,000	4'000,000	7'000,000	5'000,000	3'000,000

Ahora, tenemos que encontrar con qué tasa de descuento el Valor Actual Neto (VAN) del flujo de beneficios netos de este proyecto es igual a cero; para lo cual, buscaremos por aproximaciones, utilizando diferentes tasas de descuento, dos valores actuales netos, uno negativo y otro positivo, procurando sean cercanos al cero; para a continuación, mediante su interpolación obtengamos la tasa de descuento que arroje un VAN aproximadamente igual a cero, es decir, la TIR.

Empecemos las aproximaciones aplicando una tasa de descuento igual a 35%:

$$VAN(35\%) = -10'000,000 + \frac{2'000,000}{(1+.35)} + \frac{4'000,000}{(1+.35)^2} + \frac{7'000,000}{(1+.35)^3} + \frac{5'000,000}{(1+.35)^4} + \frac{3'000,000}{(1+.35)^5}$$

$$VAN(35\%) = -10'000,000 + 1481,481 + 2'194,787 + 2'845,095 + 1505,341 + 669,040$$

$$VAN(35\%) = -1'304,256$$

⁷ En Excel hay que ingresar al menú “Fórmulas”, icono o submenú “Insertar función”, seleccionar la categoría “Financieras”, y posteriormente seleccionar la función, que en este caso sería “TIR”, luego se abre ventana llamada “Argumentos de función” en la que en el campo “Valores” se ubica el cursor y se seleccionan todos los valores desde la inversión inicial con signo negativo y todos los beneficios netos hasta el año n, se oprime el botón “Aceptar” y se obtiene el resultado de la TIR.

Como el resultado es negativo con esa tasa de descuento, procedamos a buscar un resultado positivo o un resultado negativo menor (más cercano a cero), disminuyendo la tasa de descuento, digamos, a 30%; realizando este procedimiento sucesivamente hasta tener un VAN negativo y otro positivo cercanos al cero.

$$VAN(30\%) = -10'000,000 + \frac{2'000,000}{(1+.30)} + \frac{4'000,000}{(1+.30)^2} + \frac{7'000,000}{(1+.30)^3} + \frac{5'000,000}{(1+.30)^4} + \frac{3'000,000}{(1+.30)^5}$$

$$VAN(30\%) = -10'000,000 + 1'538,462 + 2'366,864 + 3'186,162.95 + 1'750,638.98 + 807,987.22$$

$$VAN(30\%) = -349,885.40$$

Disminuamos la tasa de descuento a un 25%.

$$VAN(25\%) = -10'000,000 + \frac{2'000,000}{(1+.25)} + \frac{4'000,000}{(1+.25)^2} + \frac{7'000,000}{(1+.25)^3} + \frac{5'000,000}{(1+.25)^4} + \frac{3'000,000}{(1+.25)^5}$$

$$VAN(25\%) = -10'000,000 + 1'600,000 + 2'560,000 + 3'584,000 + 2'048,000 + 983,040$$

$$VAN(25\%) = 775,040$$

Ya que obtuvimos un resultado positivo y con una tasa de descuento no distante a la anterior, continuamos con la interpolación de estos dos últimos resultados, aplicando la siguiente fórmula:

$$\frac{i_1 - i_2}{VAN_1 - VAN_2} = \frac{r - i_2}{0 - VAN_2}$$

la que despejando la TIR (r), es igual a:

$$r = \left[\left(\frac{i_1 - i_2}{VAN_1 - VAN_2} \right) \times (-VAN_2) \right] + i_2$$

Si sustituimos en la fórmula con los valores de nuestro ejemplo, tenemos:

$$r = \left[\left(\frac{30 - 25}{-349,885 - 775,040} \right) \times (-775,040.) \right] + 25$$

$$r = 28.44$$

Es decir,

$$\text{TIR} = 28.44\% \text{ (aproximadamente).}^8$$

Lo que representa que la rentabilidad del proyecto de nuestro ejemplo es igual al 28.44%; y si el flujo del proyecto sólo contemplara los beneficios y costos directos valorados a precios de mercado (evaluado privadamente, sin contemplar efectos sociales), ese resultado nos diría, que nos podríamos endeudar a una tasa de interés no mayor a 28.44% en el caso de inversión pública autorrecuperable, cuyo fin es poder pagar el crédito que hizo posible una obra pública.

2.2. OPTIMIZACIONES PARA LA EVALUACIÓN DE PROYECTOS

Un proyecto puede resultar rentable en su evaluación; sin embargo, podría ser que se pudiera hacer aún más rentable si se optimizan elementos relevantes como el momento de inicio, el tamaño y la localización; todos ellos, factores que influyen significativamente en el resultado de la evaluación, pues también puede darse el caso de que un proyecto no sea rentable, y al optimizar dichos factores se haga rentable. En sentido estricto, cuando se realiza la evaluación de proyectos se debe hacer considerando ya optimizados estos elementos, sobre todo cuando se compara entre proyectos, ya que de no ser así, se corre el riesgo de elegir un proyecto o alternativa de proyecto que en realidad no sea la mejor.

A continuación analizaremos cuáles son los criterios que se aplican para identificar el óptimo de cada uno de estos elementos.

2.2.1. Momento Óptimo de Inicio de un Proyecto

Se podrían presentar casos en evaluación de proyectos, en los que sea rentable invertir en un proyecto hoy, pero que convenga más postergar el inicio de la ejecución

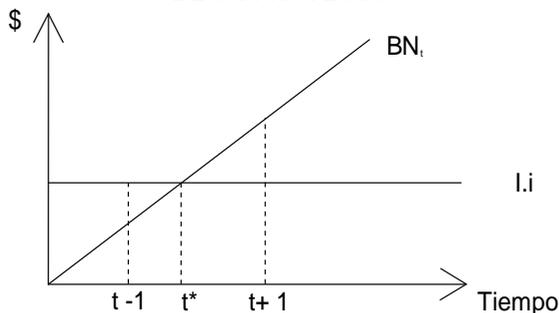
8 *Mientras más cercanos a cero sean los valores actuales netos interpolados, más exacta es la TIR. Utilizando calculadora financiera o Excel la TIR del ejemplo resulta "28.35%".*

del proyecto por uno o más años y obtener una mayor rentabilidad. Este caso puede deberse a las expectativas de cambios en la tasa de descuento, es decir, si se espera que la tasa de descuento disminuya, y que ésta no sea transitoria o momentánea, puede ser que convenga postergar los proyectos no urgentes, pues de concretarse la baja de la tasa de descuento, éstos tenderán a una mayor rentabilidad, o sea, un mayor goce de beneficios netos para la sociedad. Y también estos casos pueden deberse a cambios esperados en los flujos de costos y/o beneficios (beneficios netos) del proyecto.

El segundo caso se puede presentar cuando los beneficios de un proyecto están en función del tiempo calendario, es decir, la demanda por el bien o servicio crece a una tasa normal o vegetativa y se supone que el proyecto por sí mismo no induce a un aumento de ésta, o sea, no atrae a otros consumidores ni incentiva el aumento del deseo de consumo de los beneficiarios; tal es el caso de proyectos de agua potable, escuelas, electricidad, puertos, algunos de carreteras, etc. En pocas palabras, para este tipo de proyectos los beneficios aumentan conforme crece la población beneficiada.

Veamos un ejemplo gráfico del momento óptimo de inicio, en el cual representaremos un proyecto cuyo monto de inversión es independiente del momento de la ejecución del proyecto, es decir, es la misma en cualquier tiempo; y los beneficios netos son crecientes y aproximadamente constantes:

GRÁFICA N° 14
MOMENTO ÓPTIMO DE INICIO
DE UN PROYECTO



donde:

BN_t = beneficio neto del tiempo t .

$I.i$ = costo de construir hoy.

t = tiempo.

Como podemos observar en el gráfico, si el proyecto lo ejecutamos a partir del tiempo $t-1$, el proyecto incurriría en costos de construcción que se representan por el área debajo de la curva I_i entre $t-1$ y el fin de la vida útil del proyecto, y los beneficios netos (beneficios sociales menos costos sociales) que se obtendrían a lo largo de la vida útil del proyecto sería el área por debajo de la curva BN_t a partir de $t-1$ y hasta el final de la vida útil del proyecto; lo que implica una pérdida entre los tiempos $t-1$ y t^* representada por el área del triángulo que se forma entre esos tiempos y las curvas I_i y BN_t . Lo que quiere decir, que el proyecto podría ser rentable, pero no se obtendría su máxima rentabilidad, por lo que convendría postergar su inicio al tiempo t^* , punto en el cual los beneficios netos son iguales al costo de construir en t^* y a partir del cual se comienza a tener una ganancia creciente con el tiempo hasta el final de la vida del proyecto, representada en el gráfico por el área por arriba de la curva I_i y por debajo de la curva BN_t entre t^* y el tiempo en que termina la vida útil. Si el proyecto se pospusiera al tiempo $t+1$, entonces, se pierde ganancia equivalente al área del triángulo $t^*, t+1, BN_t, I_i$, por lo que no conviene posponer el proyecto al tiempo $t+1$, es decir, conviene empezarlo en t^* que sería el **momento óptimo de inicio**, porque es el momento de inicio en el que el proyecto obtendría su máxima rentabilidad.

Para determinar el momento óptimo de un proyecto cuyos beneficios son crecientes y este incremento se mantiene aproximadamente constante, se hace uso de la **“Tasa de Rendimiento Inmediata” (TRI) y el “Valor Actual Neto” (VAN)**. Si los montos de inversión de cada alternativa de inicio del proyecto son significativamente diferentes (si la inversión se ve afectada por el tiempo), el indicador a utilizar sería el del VAN. A continuación analicemos cada uno de ellos:

Tasa de Rendimiento Inmediata (TRI)

Su formulación matemática es la siguiente:

$$TRI = \frac{BN_t}{I_0}$$

donde:

TRI = Tasa de Rendimiento Inmediata, también conocida como tasa de rentabilidad inmediata o tasa de retorno del primer año, la cual corresponde al valor de la tasa de descuento social que hace cero el Valor Actual Neto del primer año.

BN_t = Beneficio Neto del primer año de funcionamiento de la alternativa de inicio de un proyecto.

I_0 = Inversión actualizada al año anterior al primero de funcionamiento.

El criterio para determinar cuándo es el momento óptimo de inicio de un proyecto del tipo señalado, es cuando la TRI es mayor o igual que la tasa de descuento social vigente, es decir, cuando $TRI > i$.

Analicemos un ejemplo, en el que supongamos una tasa de descuento del 10%, y que el proyecto ocupe un monto de inversión de \$ 364,000 y los beneficios netos sean crecientes año por año en función de la siguiente ecuación:

$$BN_t = 8,000 + 2,000(t)^2$$

Entonces, tendríamos que para cada año corresponden los siguientes beneficios netos y tasa de rendimiento inmediata:

$$BN_1 = 8,000 + 2,000(1)^2 = 10,000$$

$$TRI_1 = \frac{10,000}{364,000} = 0.0275 = 2.75\%$$

$$BN_2 = 8,000 + 2,000(2)^2 = 16,000$$

$$TRI_2 = \frac{16,000}{364,000} = 0.0440 = 4.40\%$$

$$BN_3 = 8,000 + 2,000(3)^2 = 26,000$$

$$TRI_3 = \frac{26,000}{364,000} = 0.0714 = 7.14\%$$

$$BN_4 = 8,000 + 2,000(4)^2 = 40,000$$

$$TRI_4 = \frac{40,000}{364,000} = 0.1099 = 10.99\%$$

Por lo tanto, el momento óptimo de inicio del proyecto sería el año cuatro, porque $10.99\% > 10\%$.

Valor Actual Neto (VAN)

Como se ha mencionado, el objetivo de identificar el momento óptimo de inicio de un proyecto es obtener su máxima rentabilidad, es decir, lograr el valor actual neto (VAN) más alto, por lo tanto, el VAN también puede ser un indicador del momento óptimo de inicio y, además, es el más recomendable cuando el monto de la inversión del proyecto es dependiente del momento en que se inicie el proyecto, esto es, cuando la inversión cambia conforme se posterga el proyecto.

Para encontrar el momento óptimo de inicio de un proyecto se trata de igualar el beneficio marginal de la postergación con el costo marginal de ésta. Dicho de otra manera, conviene postergar el proyecto hasta que el cambio que experimenta el VAN, como resultado de la postergación, sea igual a cero (o negativo).⁹

Matemáticamente la formulación del VAN de construir un proyecto hoy, sería, como se vio anteriormente en el análisis del VAN:

$$VAN_0 = -I_0 + \frac{BN_1}{(1+i)} + \frac{BN_2}{(1+i)^2} + \dots + \frac{BN_n}{(1+i)^n}$$

I = Inversión.

y el VAN de construirlo el próximo año sería,

$$VAN_1 = -\frac{I_1}{(1+i)} + \frac{BN_2}{(1+i)^2} + \dots + \frac{BN_n}{(1+i)^n}$$

si se postergara un año más sería,

$$VAN_2 = -\frac{I_2}{(1+i)^2} + \frac{BN_3}{(1+i)^3} + \dots + \frac{BN_n}{(1+i)^n}$$

Como podemos observar, el análisis de comparación entre las alternativas de inicio de un proyecto, se hace descontándolas a valor actual (de hoy).

Una vez que se obtiene el VAN de las alternativas de inicio, se restan para obtener el Valor Actual Neto (VAN) de postergar el proyecto. Restando VAN_t de VAN_{t+1} se obtiene la formulación del VAN de postergar un proyecto, que es:

9 *Por beneficio marginal de la postergación, se entiende el valor actual de la diferencia de beneficios debido a la edad del proyecto, más el valor capitalizado de los costos que se postergan. El costo marginal de la postergación del proyecto corresponde al beneficio que se deja de obtener al postergar el inicio, más el nuevo costo de construcción (inversión).*

$$\Delta VAN = \frac{I_t}{(1+i)^t} - \frac{I_{t+1}}{(1+i)^{t+1}} - \frac{BN_{t+1}}{(1+i)^{t+1}} + \frac{BN_{n+1}}{(1+i)^{n+1}}$$

Si la variación del VAN es positiva, entonces es conveniente postergar la ejecución del proyecto; si la variación resulta negativa o igual a cero, nos indica que es el momento de iniciar el proyecto. Este análisis se debe realizar año por año hasta encontrar el momento óptimo de inicio del proyecto.

Comprobémoslo con un ejemplo, en el que supongamos un proyecto que necesita una inversión para el año cero (actual) de \$115,000, la cual se incrementa en \$1,000 cada año que transcurre; los beneficios netos para el primer año son de \$100,000, los que se incrementan a razón de \$ 10,000 en cada año; la vida útil es de cuatro años, y la tasa de descuento es igual al 10%. Por lo que el análisis para encontrar el momento óptimo de inicio de este proyecto hipotético se puede desarrollar de la siguiente forma:

ALTERNATIVA DE INICIO 1:

	VIDA ÚTIL				
	0	1	2	3	4
BN =	115,000	100,000	110,000	120,000	130,000

$$VAN_1 = -115,000 + \frac{100,000}{(1+0.10)} + \frac{110,000}{(1+0.10)^2} + \frac{120,000}{(1+0.10)^3} + \frac{130,000}{(1+0.10)^4}$$

$$VAN_1 = 245,768$$

ALTERNATIVA DE INICIO 2:

	VIDA ÚTIL				
	1	2	3	4	5
BN =	-120,000	110,000	120,000	130,000	140,000

$$VAN_2 = -\frac{120,000}{(1+0.10)} + \frac{110,000}{(1+0.10)^2} + \frac{120,000}{(1+0.10)^3} + \frac{130,000}{(1+0.10)^4} + \frac{140,000}{(1+0.10)^5}$$

$$VAN_2 = 247,697$$

Dado que $VAN_2 > VAN_1$, entonces, $VAN_2 - VAN_1 = 1,929$ (positivo), por tanto, conviene postergar el proyecto.

Mediante la fórmula del incremento del VAN o VAN de la postergación del proyecto, sería:

$$\Delta VAN = 115,000 - \frac{120,000}{(1+.10)} - \frac{100,000}{(1+.10)} + \frac{140,000}{(1+.10)^5}$$

$$\Delta VAN = 1,929^{10}$$

Ahora, analicemos si es conveniente postergar aún más el proyecto.

ALTERNATIVA DE INICIO 3:

	VIDA ÚTIL				
	2	3	4	5	6
BN =	-125,000	120,000	130,000	140,000	150,000

$$VAN_3 = -\frac{125,000}{(1+.10)^2} + \frac{120,000}{(1+.10)^3} + \frac{130,000}{(1+.10)^4} + \frac{140,000}{(1+.10)^5} + \frac{150,000}{(1+.10)^6}$$

$$VAN_3 = 247,244$$

Como $VAN_3 < VAN_2$, es decir, $VAN_3 - VAN_2 = -453$ (resultado negativo), no conviene postergar el proyecto, lo que quiere decir que el momento óptimo de inicio del proyecto de nuestro ejemplo sería en el año uno, por lo que la mejor alternativa de inicio es la dos, con la cual se maximiza el VAN.

¹⁰ Como se puede observar el resultado es el mismo, porque estamos haciendo exactamente lo mismo, restar al VAN_2 el VAN_1 , sólo que en fórmula se resta el desarrollo de las fórmulas de ambos VAN y, como para los años dos y tres son los mismos beneficios netos actualizados en ambas alternativas su resta es igual a cero, por lo que se eliminan.

Utilizando la fórmula para obtener el VAN de postergar el proyecto:

$$\Delta VAN = \frac{120,000}{(1+.10)} - \frac{125,000}{(1+.10)^2} - \frac{110,000}{(1+.10)^2} + \frac{150,000}{(1+.10)^6}$$

$$\Delta VAN = -453$$

En algunos proyectos los beneficios netos además de estar en función del tiempo están en función del momento en que se construye el proyecto; por ejemplo, en proyectos de carreteras (en los cuales los beneficios se miden por el volumen de tránsito), ocurre que la construcción o mejoramiento de ésta implicaría que, por el hecho de que ahora existe, se le use más y/o se desarrollen nuevos centros industriales que la utilicen. Es decir, existen beneficios adicionales debido a la construcción de la carretera.

Para estos casos la fórmula del VAN de postergar el proyecto sería la siguiente:

$$\Delta VAN = \frac{I_t}{(1+i)^t} - \frac{I_{t+1}}{(1+i)^{t+1}} - \frac{BN_{t+1}}{(1+i)^{t+1}} + \sum_{P=t+2}^n \frac{(BN_p^{II} - BN_p^I)}{(1+i)^P} + \frac{BN_{n+1}}{(1+i)^{n+1}}$$

donde:

BN_p^I = beneficios netos de la alternativa no postergar.

BN_p^{II} = beneficios netos de la alternativa postergar.

Cuando un proyecto tiene la capacidad de atraer a otros consumidores potenciales que además generarían otro tipo de beneficios porque implicarían otros proyectos particulares, como lo es este último caso analizado, habría que pensar seriamente si en realidad conviene postergar el proyecto, pues existe el riesgo de que al esperar el tiempo para maximizar el VAN del proyecto, otro ejecutor se adelante y nos gane el proyecto. Tal podría ser el caso de un proyecto de carretera que tuviera el objetivo de conectar a una población a las principales vías carreteras de comunicación a centros de consumo; este proyecto además de incentivar la actividad económica actual de esta población podría atraer la instalación de industrias, pero si existen otras poblaciones o estados vecinos que también puedan ejecutar un proyecto de estas características, podrían ganar el mercado si la primera población no se decidiera a ejecutar el proyecto de inmediato.

2.2.2. Tamaño Óptimo del Proyecto

Es importante definir el tamaño de los proyectos, porque dependiendo de la magnitud de su tamaño será el monto de la inversión y los costos que se calculen, y por ende, la rentabilidad estimada. Asimismo, el tamaño de un proyecto permite estimar los beneficios que es capaz de generar a la sociedad.

Para decidir la implementación de un determinado tamaño de proyecto se debe hacer un análisis interrelacionado de las principales variables de influencia en costos y beneficios, tales como la demanda del bien o servicio que producirá el proyecto, la disponibilidad de recursos, la distribución geográfica de la población beneficiada y las economías de escala.

De las variables anteriores, la cantidad demandada proyectada a futuro es la más importante condicionante del tamaño, pues la intención de realizar un proyecto de inversión pública es la de satisfacer alguna necesidad de la comunidad, necesidad cuya magnitud varía conforme pasa el tiempo bajo la influencia de factores relacionados a ella; aunque en algunos casos el tamaño se puede ir adecuando al crecimiento de los requerimientos de la demanda, por lo que se debe contemplar como alternativa de tamaño de proyecto, dado que se incurriría en diferentes montos de inversión y diferentes costos.

En cuanto a la disponibilidad de recursos, que pueden ser tanto humanos como materiales y financieros; condicionan el tamaño de un proyecto imponiéndole su límite máximo, porque podría ser que ellos no estén disponibles en la cantidad y calidad requerida por el proyecto a un tamaño determinado. Por lo que es preciso analizar además de los niveles de recursos existentes en la actualidad, aquellos que se requerirán en el futuro, es decir, para lo largo de la vida útil del proyecto, con el objetivo de no errar construyendo un tamaño de proyecto sobrado (con capacidad muerta).

La distribución geográfica de la población beneficiada con el proyecto debe tomarse en cuenta porque también condiciona el tamaño, pues una misma demanda total podría satisfacerse con un sólo proyecto o con varios proyectos de tamaño más pequeño situados en diferentes zonas para facilitar la distribución del bien o servicio producido, los cuales incurren en diferentes montos de inversión y diferentes costos, lo que abre otro tipo de alternativas de tamaño de proyecto que hay que evaluar.

Otra condicionante ligada al tamaño de un proyecto es si existen economías de escala, es decir, si al aumentar el monto de inversión del proyecto con el fin de hacer una construcción más grande que beneficie a un área o población mayor, o

sea, que genere más beneficios, los costos del proyecto no se duplican, entonces, el proyecto tiene economías de escala, y conviene aumentar su tamaño mientras el incremento en beneficios actualizados sea mayor al incremento de la inversión y de los costos actualizados.

Para determinar cuál es la alternativa de tamaño más conveniente, es decir, la más rentable, si es que no existen limitantes de recursos para ejecutarla, obviamente se utiliza el criterio del máximo Valor Actual Neto (VAN), es decir, la alternativa de tamaño que obtenga el mayor VAN es la alternativa de tamaño óptimo.

Empleando el análisis del VAN incremental (Δ VAN) o VAN del cambio en el tamaño, con el que se determina la variación del VAN frente a un cambio en el volumen invertido inicialmente (ΔI_0); podemos obtener el tamaño óptimo del proyecto, pues si el resultado del Δ VAN es positivo, o sea que, al aumentar el volumen de la inversión aumentan el volumen de los beneficios netos, entonces, conviene aumentar el tamaño del proyecto adicionando inversión; pero si el resultado es negativo, será conveniente disminuir el tamaño del proyecto invirtiendo menos. Se llega a determinar el tamaño óptimo del proyecto cuando el Δ VAN es igual a cero (éste debe corresponder a la alternativa de proyecto de mayor VAN).

La formulación del Δ VAN es la siguiente:

$$\Delta \text{VAN} = -(I_0^{\text{II}} - I_0^{\text{I}}) + \sum_{t=1}^n \frac{\text{BN}_t^{\text{II}} - \text{BN}_t^{\text{I}}}{(1+i)^t}$$

$$\Delta \text{VAN} = \Delta I_0 + \sum_{t=1}^n \frac{\Delta \text{BN}_t}{(1+i)^t}$$

Entonces, el tamaño óptimo se obtiene cuando el valor actual de la inversión (costo) marginal es igual al valor actual del beneficio (ingreso) marginal, esto es:

$$\Delta I_0 = \sum_{t=1}^n \frac{\Delta \text{BN}_t}{(1+i)^t}$$

Otra forma de determinar el tamaño óptimo, es mediante la obtención de la “**Tasa Marginal Interna de Retorno**” (TIR Mg.), la cual se define como la tasa de

descuento que utilizada para actualizar los cambios en los flujos de beneficios netos provocados por un aumento en el monto invertido, hace que el valor actual de los cambios en beneficios netos sea igual al cambio en el monto invertido. Por lo tanto, el tamaño óptimo de un proyecto será aquel que obtenga la TIR Mg. que sea igual a la tasa de descuento del proyecto. Si la TIR Mg. igual a r^* , entonces, lo anterior se representa como sigue:

$$\Delta I_0 = \sum_{t=1}^n \frac{\Delta BN_t}{(1+r^*)^t}$$

o también:

$$\sum_{t=0}^n \frac{\Delta BN_t}{(1+r^*)^t} = 0$$

donde $\Delta I_0 = \Delta BN_0$ (actualizados).

Entonces, si no existen restricciones de capital, convendrá invertir hasta I_0 , en la que la TIR Mg. se iguale a la tasa de descuento, siendo ese el tamaño óptimo, que debe corresponder al de mayor VAN y al de ΔVAN igual a cero.

2.2.3. Localización Óptima del Proyecto

En algunos proyectos la localización es un dato dado, pues por sus características naturales o a los beneficiarios a los que va dirigido ya tienen una ubicación física; tal es el caso de proyectos mineros, petroquímicos, de riego, alumbrado público, pavimentación, agua potable y alcantarillado, etc.

Pero en otros proyectos, como hospitales regionales, mercados, rastros, centrales de autobuses, escuelas, rellenos sanitarios, etc., la localización es un elemento de selección muy importante, debido a que tiene relevante influencia en el monto de costos que arroje el proyecto y, por lo tanto, en su rentabilidad. Por lo que es conveniente hacer un análisis de alternativas de ubicación de los proyectos, para seleccionar aquella que minimice el costo de los factores que están en función de la localización, y así aumentar los beneficios netos y, por ende, maximizar su rentabilidad. Esto es, determinar la localización óptima del proyecto.

El estudio de la localización se debe hacer en dos etapas: Primero seleccionar una macrolocalización (la región o zona donde se ubicará el proyecto) y luego, dentro de ésta, la microlocalización definitiva (terreno donde se ubicará el proyecto).

La localización de un proyecto está condicionada por numerosos factores. Algunos de éstos son de importancia en la selección de la macrolocalización, y otros, tienen mayor influencia en la selección de la microlocalización. Entre los factores que influyen en la localización del proyecto, los principales son la disponibilidad de materias primas y la cercanía de sus fuentes de abastecimiento; medios y costos de transporte; disponibilidad y costo de mano de obra; factores ambientales; ubicación del mercado (cercanía de los beneficiarios del proyecto); costo y disponibilidad de terrenos; topografía de suelos; estructura legal; disponibilidad de agua, energía y otros suministros; existencia de medios de comunicación necesarios; posibilidades de desprenderse de desechos; y existencia de servicios técnicos para mantenimiento y reparaciones.

A través del análisis preliminar de los factores mencionados, se puede reducir el número de alternativas de localización del proyecto, al descartar los sectores geográficos que no cuenten con las condiciones requeridas por el proyecto; y dentro de un sector geográfico (macrolocalización), algunas alternativas de lugares específicos (alternativas de terreno o microlocalización).

Una vez teniendo las alternativas de microlocalización del proyecto que satisfagan sus requerimientos, procede realizar la evaluación y comparación económica de ellas, para lo que se contemplan en cada alternativa los costos de los factores que estén en función de la localización cuantificados (las cantidades de esos factores que consumiría la alternativa de proyecto) y valorados (su equivalente en unidades monetarias), que se estimen para el pleno de la vida útil del proyecto, porque una localización que en las condiciones actuales sea considerada como óptima puede no serlo en el futuro. Al flujo de costos únicamente de los recursos influidos por la localización que resulte en cada alternativa de localización se le actualiza para poder compararlas, es decir, se calcula el valor actual de los costos (VAC) de cada una, y la alternativa que obtenga el menor VAC será la alternativa óptima de localización (bajo el supuesto de que consideramos todas las alternativas posibles), y por lo tanto, la que maximice el VAN del proyecto.

2.3. ANÁLISIS DEL RIESGO

2.3.1. Riesgo e Incertidumbre

Como anteriormente mencionamos, existe dificultad para predecir con certeza los acontecimientos futuros que influyen en los valores de los beneficios y costos de

los proyectos, y hacen que nuestras estimaciones no sean exactas. Esta falta de certeza implica la presencia del riesgo en los proyectos, el cual, por una parte puede ser predecible, en tanto sea asegurable, pues este tipo de riesgos se pueden incluir directamente en la evaluación de los proyectos contemplándolos como costos por primas de seguro que se paguen a alguna compañía de seguros por la protección contra incendio, robo u siniestros naturales; pero por otra parte hay riesgos que son impredecibles, es decir, existe incertidumbre respecto a la ocurrencia de un fenómeno que altere el flujo de los beneficios netos de los proyectos.

La incertidumbre en un proyecto se caracteriza por una situación donde los posibles resultados de alguna variable no son conocidos y, en consecuencia, sus probabilidades de ocurrencia no son cuantificables. La incertidumbre, entonces, puede deberse a información incompleta, a exceso de datos, o información inexacta, sesgada o falsa, por lo que conforme mayor es el tiempo de análisis, ésta crece más.

Con la simple mención de las principales variables que se incluyen en la preparación de los flujos de beneficios netos de un proyecto, tales como los precios, la calidad de las materias primas, el nivel tecnológico, los salarios, la evolución de los mercados, las variaciones de la demanda, la productividad real de la operación, el cambio tecnológico, la duración de la inversión, etc., se deja de manifiesto el origen de la incertidumbre.

A continuación trataremos de resolver el problema del último tipo de riesgo mencionado (incertidumbre), para lo que analizaremos cómo se puede medir y algunos criterios para su inclusión en la evaluación de proyectos.

2.3.1.1. La Medida del Riesgo

Ahora analizaremos las formas de medir la variabilidad de los resultados de un proyecto como una manera de cuantificar su riesgo.

El primer paso para medir el riesgo de un proyecto, sería identificar las variables cuyos valores estén sujetos a mayores variaciones y seleccionar, entre ellas las más importantes o que, a juicio del evaluador, incidan mayormente en los resultados finales. Tales variables, dada la falta de certeza de las estimaciones del comportamiento futuro, se pueden asociar normalmente a una distribución de probabilidades (variables aleatorias). Si no es posible el cálculo de probabilidades de ocurrencia, la incertidumbre puede incluirse suponiendo valores máximos, intermedios y mínimos para dichas variables.

Una forma para medir el riesgo que sirve principalmente para comparar entre proyectos o alternativas de proyecto, es la desviación estándar (σ) que, suponiendo un año de vida, se calcula de la siguiente manera:

$$\sigma = \sqrt{\sum_{x=1}^n (A_x - \bar{A})^2 P_x}$$

donde,

A_x = Flujo de beneficios netos de la posibilidad X.

P_x = Probabilidad de ocurrencia de la posibilidad X.

\bar{A} = Valor esperado de la distribución de probabilidades, el cual se obtiene de la siguiente forma:

$$\bar{A} = \sum_{x=1}^n A_x P_x$$

Mientras mayor sea la dispersión esperada de los resultados del proyecto, mayores serán su desviación estándar y su riesgo; por lo que en la comparación de proyectos se debe optar por el que presente una desviación estándar menor; a menos que la rentabilidad de un proyecto más riesgoso (de desviación estándar mayor) sea tan atractiva, que se justifique el riesgo; pero ya queda a consideración del tomador de decisiones.

Para ejemplificar, supongamos un proyecto de un sólo periodo de duración que presente la siguiente distribución de probabilidades de sus flujos de beneficios netos estimados:

Posibilidad X	Probabilidad P_x	Flujo de BN A_x
1	0.25	4,500
2	0.50	5,000
3	0.25	5,500

Para el que su valor esperado de la distribución de probabilidades es:

$$\bar{A} = [(0.25)(4,500)] + [(0.50)(5,000)] + [(0.25)(5,500)]$$

$$\bar{A} = 5,000$$

y su desviación estándar es:

$$\sigma = \sqrt{[(4,500 - 5,000)^2(0.25)] + [(5,000 - 5,000)^2(0.50)] + [(5,500 - 5,000)^2(0.25)]}$$

$$\sigma = \sqrt{125,000}$$

$$\sigma = 354$$

Lo que de existir otro proyecto o alternativa de proyecto cuya desviación estándar fuera mayor que 354, su riesgo sería mayor, ya que nos indicaría una mayor dispersión de sus resultados. Pero no es adecuado utilizar la desviación estándar como única medida de riesgo, pues no discrimina en función del valor esperado. De tal forma, que se pudiera dar el caso de que dos alternativas con valores esperados diferentes de sus retornos netos pueden tener desviaciones estándares iguales; por lo que se requeriría de una medición complementaria para identificar diferencias en el riesgo, tal como el coeficiente de variación (V), que es una unidad de dispersión relativa, cuya formulación es la siguiente:

$$V = \frac{\sigma}{\bar{A}}$$

Aplicándolo a nuestro ejemplo tendríamos:

$$V = \frac{354}{5,000} = 0.07$$

También, mientras mayor sea el coeficiente de variación, mayor será el riesgo relativo. Por lo que se sugeriría seleccionar la alternativa de proyecto de menor coeficiente de variación, ya que es común dar preferencia a un proyecto más riesgoso cuando

su retorno esperado es suficientemente más alto que el de un proyecto menos riesgoso, y esto es lo que nos indica el coeficiente de variación.

2.3.1.2. La Inclusión del Riesgo en Evaluación de Proyectos

Para incluir el riesgo en la evaluación de proyectos se han desarrollado diversidad de métodos, los cuales no siempre arrojan el mismo resultado, y para elegir qué método utilizar, dependerá básicamente de la información disponible para su aplicación, y cada uno de ellos, bajo el conocimiento de sus limitaciones, sirven como herramienta de apoyo en la toma de decisiones. A continuación analizaremos algunos de los métodos más usuales para la inclusión del riesgo en evaluación de proyectos.

Definitivamente, el método más usual para incluir el riesgo en la evaluación de proyectos, es el método subjetivo, el cual se basa en consideraciones de carácter informal de quienes toman las decisiones, incorporando el riesgo del proyecto solamente con apreciaciones personales. Se han hecho intentos de contemplar el riesgo con un carácter más objetivo, sugiriendo se tome en cuenta la expectativa media y la desviación estándar del VAN, pero en realidad tan sólo se elimina un poco la subjetividad, pues resulta difícil (o imposible) incorporar el riesgo en toda su magnitud.

Los métodos estadísticos son quizá los que mejor pueden incorporar el factor riesgo a la evaluación de los proyectos, aunque con sus reservas. Estos analizan la distribución de probabilidades de los flujos futuros para presentar a los tomadores de decisiones los valores probables de los rendimientos y de la dispersión de su distribución de probabilidades, para con base en ellos y sus criterios personales acepten o rechacen los proyectos. Para la aplicación de los métodos estadísticos se pueden presentar dos casos: cuando existe independencia de los flujos de beneficios netos en el tiempo y cuando hay dependencia de éstos, a los cuales analizaremos enseguida.

Análisis del riesgo cuando los flujos de beneficios netos en el tiempo son independientes

Existe independencia de los flujos de beneficios netos en el tiempo, cuando el resultado de un periodo no depende de lo que haya pasado en otro periodo anterior; es decir, hay independencia entre las distribuciones de probabilidad de los flujos de beneficios netos futuros. Cuando éste es el caso, el valor esperado del Valor Actual Neto se obtiene de la siguiente forma (suponiendo una tasa de descuento libre de riesgo):

$$VE(VAN) = \sum_{t=1}^n \frac{\bar{A}_t}{(1+i)^t} - I_0$$

Y la desviación estándar de la distribución de probabilidades de este valor actual neto es:

$$\sigma = \sqrt{\sum_{x=1}^n \frac{\sigma^2}{(1+i)^{2t}}}$$

que es igual a:

$$\sigma = \sqrt{\sum_{x=1}^n \frac{\left[\sum_{x=1}^n (A_x - \bar{A})^2 P_x \right]^2}{(1+i)^{2t}}}$$

Con la información que proporciona la desviación estándar es posible calcular la probabilidad de que el VAN sea superior o inferior a cierto monto de referencia (X), para lo que se obtiene la variable estandarizada o número de desviaciones estándar del valor esperado del VAN (Z) con la siguiente expresión:

$$Z = \frac{X - VE(VAN)}{\sigma}$$

Así, para determinar la probabilidad de que el VAN sea menor o igual que X, se busca en una tabla de distribución normal el valor Z, que muestra el área de la distribución normal que es X desviaciones estándares hacia la izquierda o derecha de la media (valor esperado del VAN).

Para ejemplificar lo anterior, supongamos un proyecto cuya inversión inicial es de 120,000, la tasa de descuento es del 10%, tiene una vida útil de 3 años y su flujo de beneficios netos proyectados y sus probabilidades de ocurrencia son los siguientes:

Periodos Posibilidades	1		2		3	
	Probabilidad P_x	Flujo de BN A_x	Probabilidad P_x	Flujo de BN A_x	Probabilidad P_x	Flujo de BN A_x
1	0.25	50,000	0.45	40,000	0.20	30,000
2	0.50	60,000	0.30	50,000	0.30	40,000
3	0.25	70,000	0.25	60,000	0.50	50,000

De ellos se obtiene que los valores esperados de los flujos de beneficios netos para cada periodo son:

$$\bar{A}_1 = [(0.25)(50,000)] + [(0.50)(60,000)] + [(0.25)(70,000)]$$

$$\bar{A}_1 = 60,000$$

$$\bar{A}_2 = [(0.45)(40,000)] + [(0.30)(50,000)] + [(0.25)(60,000)]$$

$$\bar{A}_2 = 48,000$$

$$\bar{A}_3 = [(0.20)(30,000)] + [(0.30)(40,000)] + [(0.50)(50,000)]$$

$$\bar{A}_3 = 43,000$$

Con los cuales, podemos calcular el valor esperado del valor actual neto de la siguiente forma:

$$VE(VAN) = -120,000 + \frac{60,000}{(1+.10)} + \frac{48,000}{(1+.10)^2} + \frac{43,000}{(1+.10)^3}$$

$VE(VAN) = 6,521$

Para calcular la desviación estándar de la distribución de probabilidades de este Valor Actual Neto se aplica la fórmula de σ expresada anteriormente, cuyo procedimiento a seguir puede ser:

$$\sigma_1 = \sqrt{[(50,000 - 60,000)^2(0.25)] + [(60,000 - 60,000)^2(0.50)] + [(70,000 - 60,000)^2(0.25)]}$$

$$\sigma_1 = \sqrt{50'000,000}$$

$$\sigma_1 = 7,071$$

$$\sigma_2 = \sqrt{[(40,000 - 48,000)^2(0.45)] + [(50,000 - 48,000)^2(0.30)] + [(60,000 - 48,000)^2(0.25)]}$$

$$\sigma_2 = \sqrt{66'000,000}$$

$$\sigma_2 = 8,124$$

$$\sigma_3 = \sqrt{[(30,000 - 43,000)^2(0.20)] + [(40,000 - 43,000)^2(0.30)] + [(50,000 - 43,000)^2(0.50)]}$$

$$\sigma_3 = \sqrt{61'000,000}$$

$$\sigma_3 = 7,810$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{(7,071)^2}{(1+.10)^2} + \frac{(8,124)^2}{(1+.10)^4} + \frac{(7,810)^2}{(1+.10)^6}}$$

$$\sigma = \sqrt{120'834,158}$$

$$\sigma = 10,992$$

Con este resultado de la desviación estándar alrededor del valor esperado, podemos calcular como un ejemplo, la probabilidad de que el VAN de este proyecto sea menor que cero, es decir, la probabilidad de que el proyecto no sea rentable. Para ello desarrollemos:

$$Z = \frac{0 - 6,521}{10,992}$$

$$Z = -0.59$$

Buscando en una tabla de distribución normal, encontramos que a este valor de Z corresponde 0.22240 lo que es igual al 27.76% de probabilidad de que el VAN sea menor que cero ($0.5 - 0.22240 = 0.2776$). Este resultado quedaría a consideración del tomador de decisiones, si para él, esta probabilidad es baja quizá apruebe el proyecto o, si le es alta, tal vez lo rechace.

Análisis del riesgo cuando los flujos de beneficios netos en el tiempo son dependientes.

Los flujos de beneficios netos en el tiempo son dependientes entre sí, cuando el resultado de un periodo depende de lo que haya pasado en otro periodo anterior. Si éste es el caso, es decir, que los flujos estén correlacionados a través del tiempo, la desviación estándar de la distribución de probabilidad de los valores actuales netos probables es mayor que si fueran independientes, o sea, que a mayor correlación habrá mayor dispersión de la distribución de probabilidad.

La desviación estándar de los flujos de beneficios netos correlacionados entre sí (dependientes), se obtiene con la siguiente fórmula:

$$\sigma = \sum_{t=0}^n \frac{\sigma_t}{(1+i)^t}$$

Si aplicamos el mismo ejemplo que en el caso anterior, tenemos que la desviación estándar para este caso es:

$$\sigma = \frac{7,071}{(1+.10)} + \frac{8,124}{(1+.10)^2} + \frac{7,810}{(1+.10)^3}$$

$$\sigma = 19,010$$

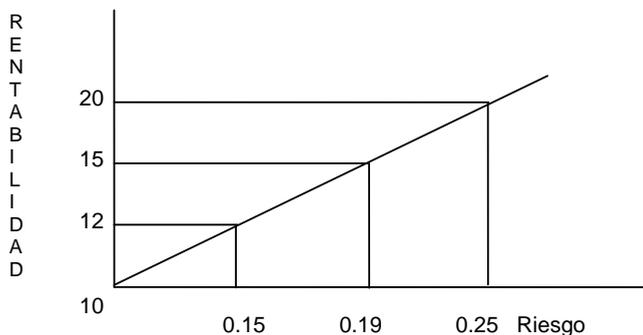
Ajuste a la tasa de descuento

Un método práctico y sencillo para contemplar el riesgo en la evaluación de proyectos, aunque por lo mismo más imperfecto, consiste en efectuar correcciones a la tasa de descuento, es decir, aplicar una tasa de descuento más alta a los flujos de beneficios netos de los proyectos o alternativas de proyecto más riesgosos, porque de un proyecto más riesgoso se espera obtener una rentabilidad mayor. Pero el ajuste de la tasa de descuento en igual magnitud para toda la vida del proyecto discriminaría en exceso en contra de los proyectos con vida más larga, por lo que se recomienda castigar más a los flujos futuros más lejanos aplicando una tasa de descuento mayor.

La forma de ajuste de la tasa de descuento es un tanto subjetiva, pues se obtiene mediante la relación rendimiento - riesgo de los ejecutores de proyectos. Es decir, a determinado riesgo los inversionistas exigirán una determinada rentabilidad mínima de un proyecto; o sea, que la tasa de descuento se ajusta conforme a la indiferencia de los inversionistas en función de esa relación.

Por ejemplo, si la tasa de descuento libre de riesgo fuera del 10% (a una medida del riesgo igual a cero), y a una medida del riesgo de 0.15 sólo invertiríamos si por lo menos esperaríamos que el proyecto tuviera una rentabilidad del 12%, entonces, el ajuste sería sumándole 2% a la tasa libre de riesgo; si el riesgo fuera mayor, entonces, esperaríamos una rentabilidad mayor (Ver Gráfica N° 15).

GRÁFICA N° 15
CURVA DE INDIFERENCIA
RENTABILIDAD - RIESGO
PARA LA INVERSIÓN
(EJEMPLO)



Por lo tanto, si el proyecto de nuestro ejemplo tuviera un riesgo de 0.15, el VAN con la tasa ajustada se expresaría de la siguiente forma:

$$VAN = \sum_{t=1}^n \frac{BN_t}{(1 + 0.10 + 0.02)^t} - I_0$$

Se castiga al proyecto con una mayor tasa de descuento, pero se contempla al riesgo según nuestras preferencias, y así podemos comparar entre los diversos proyectos o alternativas de proyecto (con o sin riesgo) y hacer la selección.

Equivalencia a certidumbre

La equivalencia a certidumbre es un método de inclusión del riesgo alternativo al de ajuste de la tasa de descuento, el cual consiste en ajustar por un factor (α) al flujo de beneficios netos del proyecto; este factor representa un punto de indiferencia entre un flujo del que se tiene certeza y el valor esperado de un flujo sujeto a riesgo, esto es:

$$\alpha_t = \frac{BNC_t}{BNR_t}$$

donde:

α_t = Factor de ajuste que se aplicará a los flujos de beneficios netos inciertos en el periodo t ;

BNC_t = Flujo de beneficios netos en el periodo t sobre el que se tiene certeza (nuestras proyecciones normales de beneficios netos de una alternativa de proyecto sin riesgo).

BNR_t = Flujo de beneficios netos en el periodo t sobre el que existe incertidumbre (beneficios netos estimados a percibir de otra alternativa de proyecto bajo cierta medida de riesgo).

Por lo que el VAN de la alternativa de proyecto con riesgo se representaría de la siguiente forma:

$$VAN = \sum_{x=1}^n \frac{\alpha BNR_t}{(1+i)^t} - I_0$$

De esta forma el resultado de este VAN se podría comparar con el resultado del VAN de un proyecto sin riesgo.

2.3.2. Análisis de Sensibilidad

El análisis de sensibilidad puede considerarse como otro enfoque de la atención a riesgos, pues consiste en identificar el impacto en la rentabilidad por posibles variaciones en los factores relevantes que integran un proyecto. En el subcapítulo 2.1., analizamos la medición de la rentabilidad bajo un sólo escenario (el de nuestras proyecciones); pero es conveniente ver que tan sensible es nuestro proyecto evaluándolo en otros escenarios en los que las variables importantes de influencia positiva o negativa a la rentabilidad disminuyan o aumenten, lo que nos dará una idea del grado de resistencia que puede tener nuestro proyecto ante los posibles cambios de sus variables. Entonces, el análisis de sensibilidad nos puede servir de ayuda para la toma de nuestra decisión (aprobar o rechazar un proyecto); porque si nuestro proyecto resulta muy sensible a los cambios de sus variables, y la posibilidad de que se den estos cambios es alta, el análisis de sensibilidad nos puede persuadir a no ejecutar el proyecto si no queremos arriesgarnos.

Dependiendo del número de variables que se sensibilicen en forma simultánea, el análisis se puede clasificar en unidimensional o multidimensional. A continuación analizaremos cada una de estas clasificaciones del análisis de sensibilidad.

2.3.2.1. Análisis de Sensibilidad Unidimensional

En el análisis unidimensional la sensibilidad se aplica a una sola variable, determinándose hasta qué punto puede modificarse su valor para que el proyecto continúe siendo rentable. Esto quiere decir, que si el VAN del escenario proyectado resultó positivo, es recomendable indagar hasta dónde podría disminuir el precio del bien o servicio producido o la cantidad demandada de él, o en cuanto puede aumentar el costo de alguno de los insumos necesarios, para que siga siendo rentable. Es decir, tendríamos que determinar hasta qué grado de alteración de una variable el VAN se iguala a cero (en tanto éste es el nivel mínimo de aprobación de un proyecto).

Entonces el análisis de sensibilidad unidimensional se puede expresar de la siguiente forma:

$$VAN = \sum_{t=0}^n \frac{BN_t}{(1+i)^t} = 0$$

que es igual a:

$$VAN = \sum_{t=0}^n \frac{B_t - C_t}{(1+i)^t} = 0$$

$$VAN = \sum_{t=0}^n \frac{B_t}{(1+i)^t} - \sum_{t=0}^n \frac{C_t}{(1+i)^t} = 0$$

Para comprenderlo mejor hagamos un ejemplo simplificado, en el que supongamos el análisis de sensibilidad de un proyecto que ocupa sólo dos insumos y produce un sólo bien o servicio. Entonces, la formulación del VAN sensibilizado de este proyecto sería la siguiente:

$$VAN = \sum_{t=0}^n \frac{(X P_x)_t}{(1+i)^t} - \sum_{t=0}^n \frac{(Y_1 P_1)_t}{(1+i)^t} - \sum_{t=0}^n \frac{(Y_2 P_2)_t}{(1+i)^t} = 0$$

donde,

X = Cantidad del bien o servicio proyectado a producir y vender;

P_x = Precio por unidad de X;

Y₁ = Cantidad necesaria del insumo uno;

P₁ = Precio por unidad del insumo uno;

Y₂ = Cantidad necesaria del insumo dos y

P₂ = Precio por unidad del insumo dos.

Supongamos una tasa de descuento del 10%, una inversión inicial de 1,700, una vida útil de 3 años y los valores que para cada variable en cada año de la vida útil se presentan en el cuadro siguiente:

t	x	P _x	Y ₁	P ₁	Y ₂	P ₂
1	80	27	100	5	50	20
2	96	27	120	5	60	20
3	106	27	132	5	66	20

Reemplazando estos valores en la fórmula para obtener el VAN del proyecto sin sensibilizar, sería:

$$VAN = -1,700 + \frac{2,160}{(1+.10)} + \frac{2,592}{(1+.10)^2} + \frac{2,862}{(1+.10)^3} - \frac{500}{(1+.10)} - \frac{600}{(1+.10)^3} - \frac{1,000}{(1+.10)} - \frac{1,200}{(1+.10)^2} - \frac{1,320}{(1+.10)^3}$$

$$VAN = 217$$

El VAN del proyecto de nuestro ejemplo es positivo, por lo tanto es rentable ante el escenario de las proyecciones de nuestro ejemplo. Ahora tratemos de sensibilizar el proyecto ante cambios en la variable P_2 tal como indicamos anteriormente, para lo que podemos hacer el siguiente desarrollo:

$$VAN = -1,700 + 1,963.64 + 2,142.15 + 2,150.26 - 454.55 - 495.87 - 495.87 - \sum_{t=1}^3 \frac{(Y_2 \cdot P_2)_t}{(1+.10)^t}$$

$$VAN = 3,109.76 - \sum_{t=1}^3 \frac{(Y_2 P_2)_t}{(1+.10)^t}$$

Dado que el modelo supone como una constante la variable a sensibilizar (P_2),

$$- \sum_{t=1}^3 \frac{(Y_2 P_2)_t}{(1+.10)^t}$$

Puede expresarse como sigue:

$$P_2 \sum_{t=1}^3 \frac{Y_2}{(1+.10)^t}$$

reemplazando los valores de Y_2 para cada año, la expresión anterior es igual a:

$$(P_2) \left(-\frac{50}{(1+.10)} - \frac{60}{(1+.10)^2} - \frac{66}{(1+.10)^3} \right) = -144.63P_2$$

entonces el VAN de nuestro proyecto es igual a:

$$VAN = 3,109.76 - 144.63P_2$$

Ahora, igualemos el VAN a cero para sensibilizar el proyecto ante cambios en P_2 y saber hasta dónde puede subir para que continúe siendo conveniente. Esto sería de la siguiente manera:

$$3,109.76 - 144.63P_2 = 0$$

$$P_2 = \frac{-3,109.76}{-144.63}$$

$$P_2 = 21.50$$

Lo que quiere decir, que el precio por unidad del insumo dos de nuestro ejemplo, puede subir de 20 a 21.50 (hasta un 7.50%) para que el proyecto siga siendo rentable.

En el tema 2.1.3., denominado Tasa Interna de Retorno (TIR), definimos la TIR como la tasa de descuento que hace el VAN igual a cero, por lo tanto el cálculo de la TIR es un análisis de sensibilidad de la tasa de descuento.

2.3.2.2. Análisis de sensibilidad multidimensional

El análisis de sensibilidad multidimensional incorpora el efecto combinado de dos o más variables frente a cambios en sus valores que se produce en la rentabilidad de un proyecto. Es decir, analiza cómo varía el VAN ante los diferentes cambios que pudieran presentar esas variables.

Para explicar el modelo que se utiliza para realizar este análisis, supondremos flujos de beneficios netos constantes, con la finalidad de simplificar nuestro estudio, claro está, que ante la presencia de flujos diferenciados la esencia del modelo es la misma.

La fórmula para determinar el porcentaje de variación del valor actual con respecto a cambios en los flujos de beneficios netos y en la vida útil proyectados, es la siguiente:

$$\frac{\Delta VA}{VA} = \frac{R}{F} \left[\frac{1 - (1+i)^{-m}}{1 - (1+i)^{-n}} \right] - 1$$

donde,

F = Flujo de beneficios netos proyectados dado como serie uniforme;

n = Vida útil proyectada;

R = Valor en que se sensibiliza el flujo de beneficios netos; y

m = Valor al que se sensibiliza la vida útil.

El valor actual de un proyecto sólo puede disminuir hasta el monto de la inversión inicial, por lo que éste seguirá siendo rentable, si el porcentaje de variación del valor actual es menor que el porcentaje máximo de variación del valor actual del proyecto (MVA), el cual se obtiene de la siguiente forma:

$$MVA = \frac{VA - I_0}{VA}$$

que representa el porcentaje máximo en que puede disminuir el valor actual del proyecto, para que el VAN sea igual a cero.

Veamos un ejemplo, en el que supongamos una inversión inicial de 260,000, beneficios netos constantes de 100,000, una vida útil de 5 años y una tasa de descuento del 10%. Por lo que el VAN del proyecto de este ejemplo sería:

$$VAN = -260,000 + \frac{100,000}{(1+.10)} + \frac{100,000}{(1+.10)^2} + \frac{100,000}{(1+.10)^3} + \frac{100,000}{(1+.10)^4} + \frac{100,000}{(1+.10)^5}$$

$$VAN = -260,000 + 379,078.68$$

Entonces, el porcentaje máximo de variación del valor actual (MVA) sería igual a:

$$MVA = \frac{379,078.68 - 260,000}{379,078.68}$$

$$MVA = 0.3141$$

$$MVA = 31.41\%$$

Ahora analicemos algunas combinaciones de cambios en las variables del proyecto de este ejemplo, mediante la elaboración de una tabla de cambios combinados que

indicará cómo varía el valor actual si el flujo de beneficios netos y la vida útil del proyecto sufren modificaciones. Estos resultados se obtienen mediante la aplicación de la fórmula para determinar el porcentaje de variación del valor actual expresada anteriormente $\left(\frac{\Delta VA}{VA}\right)$.

R/F m-n	<u>80.000</u> 100,000	<u>85.000</u> 100,000	<u>90.000</u> 100,000	<u>95.000</u> 100,000	<u>105.000</u> 100,000	<u>110.000</u> <u>100,000</u>	<u>115.000</u> 100,000	<u>120.000</u> 100,000
	0.80	0.85	0.90	0.95	1.05	1.10	1.15	1.20
-2	-0.48	-0.44	-0.41	-0.38	-0.31	-0.28	-0.25	-0.21
-1	-0.33	-0.25	-0.25	-0.21	-0.12	-0.08	-0.04	0.003
1	-0.08	-0.02	0.03	0.09	0.21	0.26	0.32	0.38
2	0.03	0.09	0.16	0.22	0.35	0.41	0.48	0.54

Analizando la tabla podemos observar que para nuestro ejemplo, si la vida útil se reduce dos años y el flujo de beneficios netos disminuye un cinco por ciento, la variación del valor actual sería del -38% (mayor que el porcentaje máximo de variación del 31.41%); por lo que de efectuarse dicha combinación de cambios el proyecto se tornaría “no rentable”. De la misma forma podemos atender cada caso de combinaciones de los cambios de las variables del proyecto.

CAPÍTULO 3

La Preparación y Evaluación de Proyectos de Inversión Pública para su Selección

Uno de los objetivos principales de la evaluación socioeconómica de proyectos de inversión es optimizar los recursos y obtener los mejores resultados con su aplicación; por lo que la preparación y evaluación de los proyectos para su selección no puede estar exenta de buscar dicho objetivo. Es decir, la propia preparación y selección de los proyectos debe realizarse minimizando los costos. Por ello, en este capítulo se presenta una propuesta de procedimiento para optimizar los recursos en la preparación y evaluación de proyectos de inversión.

¿Por qué la conveniencia de realizar estudios para la preparación y evaluación de los proyectos? En todos los estados y municipios del país existen numerosas necesidades insatisfechas, por lo que todos los sectores sociales demandan (en lo que les atañe) solución a dichos problemas, para lo cual presentan sus demandas, sumando entre todos ellos una gran gama. Sin embargo, no es posible ejecutar toda la gama de anteproyectos presentados con la disponibilidad de recursos con que se cuenta. Por tanto, sólo se pueden llevar a cabo algunos de ellos, y claro es, que serán aquellos que representen un incentivo o impulso mayor al desarrollo, es decir, que generen directa e indirectamente mayor riqueza (mayor rentabilidad socioeconómica). Para poder seleccionar los mejores anteproyectos, es conveniente someterlos a un proceso de filtración, en el que se desechen (incurriendo en pequeños costos) los anteproyectos menos rentables y vayan quedando los más rentables. En cada etapa del proceso se emplearán más recursos en los estudios, conforme sea mayor la viabilidad de los anteproyectos. En esto consiste la preparación y evaluación de proyectos de inversión pública para su selección.

Los proyectos de inversión pública responden a decisiones sobre el uso de recursos (humanos, materiales, financieros, etc.), con el objetivo de incrementar, mantener o mejorar la producción de bienes o la prestación de servicios. Estos proyectos deben cumplir con una trayectoria que inicia con su preparación y evaluación, con el fin de

determinar si es conveniente ejecutarlos, a lo que se le denomina estado de preinversión. En seguida, si se decide llevarlos a cabo, se efectúa el diseño o proyecto de ingeniería de detalle y la construcción de la obra, (esto es lo que se llama el estado de inversión); y para finalizar, se pone en marcha la obra acabada de acuerdo a lo proyectado, para así empezar a generar los beneficios netos a lo largo de la vida útil del proyecto. Esta trayectoria que se ve materializada generalmente con una obra física, constituye el ciclo de vida de un proyecto; por lo que específicamente, se puede definir como el proceso de transformación de las ideas de inversión y el paso de los proyectos durante su vida a través de los estados de preinversión, inversión y operación.

En seguida se analiza cada uno de los estados del ciclo de vida de un proyecto, señalando en qué consisten y explicando cada una de las etapas que los componen.

3.1. ESTADO DE PREINVERSIÓN

En este estado se preparan y evalúan los proyectos con el fin de obtener de ellos, el máximo excedente económico (máxima rentabilidad) durante su vida útil. A este estado también se le denomina etapa de análisis de preinversión.

Para asegurar que los proyectos en estudio maximicen los beneficios, se deben realizar diversos tipos de estudios: de mercado, técnicos, económicos y financieros y a los que hay que abordar sucesivamente, en un orden determinado por la cantidad y calidad de la información disponible, por la profundidad del análisis realizado y por el grado de confianza de los mismos, con el fin de optimizar el estudio de los proyectos y los proyectos mismos.

Los estudios de mercado nos indican, si el bien o servicio público que se quiere producir tendrá o no aceptación por la comunidad. Es decir, nos ayudan a conocer qué tan sensible es la demanda de los proyectos por la población, y así poder determinar la aceptación, postergación o rechazo de los proyectos, sin incurrir en los costos que implican los demás estudios completos, ya que los estudios de mercado son condición previa para realizar los demás.

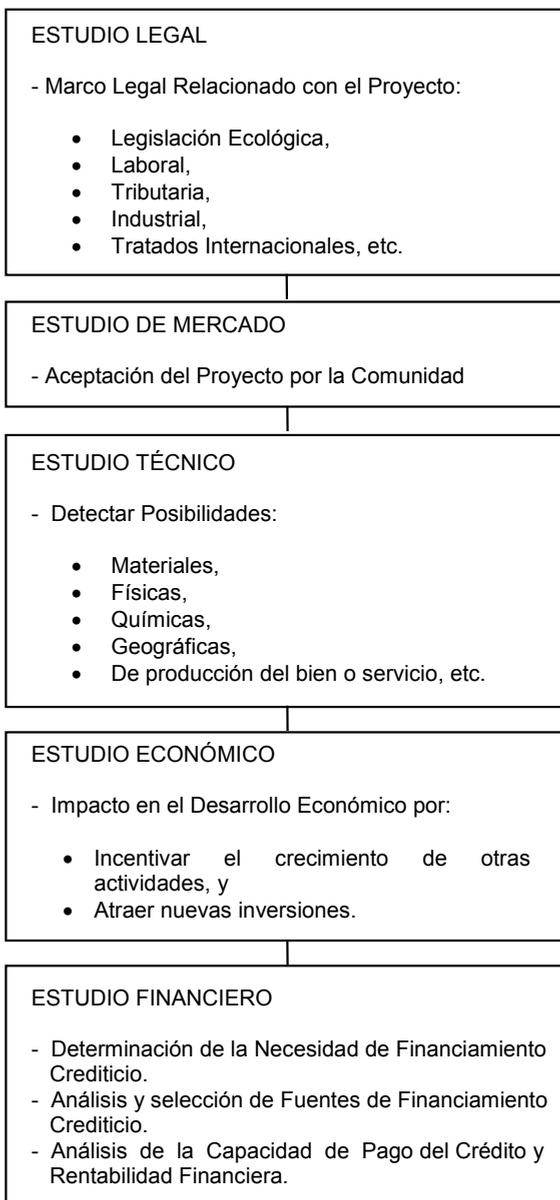
Los estudios técnicos consisten en detectar las posibilidades materiales, físicas, químicas y geográficas de producir el bien o servicio público que se piensa generar con los proyectos, tanto en lo que respecta a la inversión como a su operación y mantenimiento. Esto es, se analiza si el proyecto es acorde a la realidad o si para el momento o lugar es una ficción, y si los recursos productivos que requiere para su construcción y puesta en marcha son accesibles o no, es decir, si se puede materializar o no.

Los estudios económicos, tratan de evaluar el impacto de los proyectos públicos en la estructura económica del país, del estado o del municipio. O sea, la influencia que tendrán en la activación del crecimiento económico; es decir, consisten en identificar y medir la capacidad de los proyectos para incentivar el desarrollo de las actividades existentes en la comunidad y las nuevas inversiones, y así comprobar el poder que los proyectos pueden tener para impulsar el aumento de la riqueza social (del país, estado o municipio).

Los estudios financieros miden, en bases monetarias, la rentabilidad de la inversión y, en último término, determinan la aprobación o rechazo de los proyectos. Es indispensable que todo análisis de proyectos contemple su estudio financiero, ya que para ejecutar y poner en operación un proyecto, son necesarios los recursos financieros suficientes. El objetivo de este estudio consiste en analizar los requerimientos de recursos financieros del proyecto, cuál es la disponibilidad de recursos financieros para el proyecto, y así poder determinar la necesidad de financiamiento crediticio, y posteriormente estudiar las alternativas de financiamiento disponibles, de manera que se elija la más apropiada. Además, se debe comprobar que la fuente de financiamiento que se ha seleccionado sea accesible, y se tenga la capacidad de cumplir con el compromiso que implica un préstamo.

Un proyecto de inversión puede ser viable en los aspectos anteriormente mencionados, porque tiene un mercado asegurado, es técnicamente factible y su rentabilidad e impacto en la economía son atractivos. Sin embargo, podría existir algún impedimento legal bien justificado que no permitiera la implementación del proyecto; por lo que el estudio legal no se puede dejar de lado, y sería recomendable efectuarlo antes que los otros estudios. Por ejemplo, en el caso de que se tratara de un proyecto de explotación forestal, cuya ubicación económica más conveniente coincide con una reserva ecológica nacional, lo que por ley impide la ejecución de dicho proyecto. Así como este ejemplo, puede haber casos en materia de legislación laboral, tributaria, industrial, tratados internacionales, que se relacionen con el proyecto en estudio.

ESQUEMA N° 1 ESTUDIOS DE LOS PROYECTOS



Para la selección de los mejores proyectos de inversión, es decir, los más rentables, se realiza un proceso que se conforma con las etapas de generación y análisis de la idea de proyecto, estudio en el nivel de perfil, estudio de prefactibilidad y estudio de factibilidad. En cada una de estas etapas se pueden realizar estudios de mercado, técnicos, económicos y financieros. En cada etapa el análisis de los proyectos va adquiriendo mayor profundidad y certeza, por lo que el grado de incertidumbre acerca de los beneficios netos estimados tiene que ir disminuyendo. De tal manera que para la evaluación final de los proyectos, se presenten los escenarios, que por su fundamentación, se apeguen con mayor probabilidad a la realidad presente y futura.

A continuación analicemos cada una de las etapas del estado de preinversión.

3.1.1. Generación y Análisis de la Idea de Proyecto

En esta etapa se realiza el diagnóstico que describe el problema que da origen a la idea de proyecto, y se analiza si el proyecto planteado solucionaría dicho problema, es decir, se debe justificar el proyecto como idea.

La idea de un proyecto de inversión debe surgir a partir de la clara detección de necesidades insatisfechas, en respuesta a las políticas generales de gobierno, en cumplimiento a los lineamientos de los planes de desarrollo nacional, estatal, o municipal en virtud de la complementación requerida por otros proyectos. Cualquiera que sea el origen de la idea de proyecto, debe quedar bien definida estableciendo su magnitud y los sectores o zonas involucradas, así como indicando los criterios que permitieron identificar la existencia del problema, para verificar si la información utilizada es confiable y pertinente. Si no existe problema alguno, no tiene razón de ser la idea de proyecto, por lo que no debería de generarse, y si se generó erróneamente, entonces debe rechazarse.

Del análisis anterior se desprenden las actividades encaminadas a pensar cómo atender el problema y darle solución, para lo que corresponde identificar todas las alternativas que puedan cumplir con este objetivo.

Con la etapa de generación y análisis de la idea de proyecto debemos tener los argumentos (podríamos decir antepreliminares), que nos sirvan para tomar la decisión de abandonar la idea, postergar su estudio, o continuarla con mayor profundidad en la siguiente etapa del estado de preinversión.

Por ejemplo, supongamos que en una comunidad pequeña carecen de agua potable y para abastecerse tienen que ocupar gran parte de su tiempo en acarreos de

agua del río más próximo a su comunidad, por lo que sus actividades económicas disminuyen en tiempo y rendimiento de la fuerza laboral. Además de que la carencia de agua potable genera problemas de insalubridad que representa un alto costo en atención médica y la inasistencia de la fuerza laboral a sus actividades. Para esta comunidad los problemas que ocasiona la carencia de agua potable son evidentes, por lo que se justifica pensar en un proyecto de abastecimiento de agua potable. Adicionalmente, este tipo de proyectos pudiera ser una de las prioridades de la política social de la Planeación Nacional, Estatal o Municipal de Desarrollo.

Una vez justificado el pensar en un proyecto de abastecimiento de agua potable en esa comunidad, por los problemas que genera su carencia, habría que pensar en las alternativas posibles de solución, que podrían ser por ejemplo el abastecimiento del agua potable por medio del transporte con pipas de agua, tuberías de asbesto, hierro dúctil o PVC.

Dado que es posible implementar este proyecto (existen alternativas técnicas); entonces tenemos los argumentos para continuar su estudio a un nivel de mayor profundidad (a nivel perfil).

3.1.2. Estudio a Nivel Perfil

En esta segunda etapa del estado de preinversión, se realiza un estudio preliminar respecto de la conveniencia y viabilidad técnico-económica de llevar a cabo la idea de proyecto, para lo cual se recurre a las fuentes de información existentes, la experiencia personal de los evaluadores y de los expertos en la materia a la que pertenece la idea de proyecto. Es decir, se recurre a información de alcance inmediato que sea suficiente para lograr “identificar” plenamente los beneficios y costos que generaría el proyecto, sin incurrir en costos mayores que supongan el uso adicional de recursos financieros y humanos, ya que a este nivel se pueden utilizar cifras estimativas con aproximaciones gruesas de la cantidad y precio de cada uno de los beneficios y costos identificados.

Para ello, se debe realizar un análisis preliminar de los aspectos técnicos, de mercado, financieros y socioeconómicos, en los que se tiene que considerar un mínimo de elementos, con el fin de evitar el rechazo de la idea a causa de información deficiente e imprecisa.

A nivel perfil, dado que se identifican costos y beneficios atribuibles a la idea de proyecto, es fundamental efectuar algunas consideraciones previas acerca de la situación “sin proyecto”. Es decir, definirla e intentar realizar proyecciones futuras de lo que pasaría si no se pone en marcha el proyecto.

El estudio a nivel perfil permite, más que calcular la rentabilidad del proyecto, descubrir si existe alguna razón justificable para abandonar la idea, y evitar destinar recursos mayores en estudios más profundos y acabados. Por lo general, en el perfil se seleccionan las opciones de proyectos que se muestran más atractivas para la solución de los problemas. Para los proyectos que representen inversiones pequeñas y el análisis muestre la conveniencia de su ejecución con un grado aceptable de certidumbre, no es necesario continuar con el estudio de las otras etapas, por lo que cabe avanzar de inmediato al diseño o anteproyecto de ingeniería de detalle, pues los costos de estudios más profundos podrían llegar a ser equiparables a los costos del mismo proyecto.

Además, el resultado del estudio a nivel de perfil nos auxiliaría para decidir si profundizaremos más en el estudio, es decir, continuar con el estudio de la siguiente etapa del estado de preinversión, abandonar definitivamente la idea, o postergar su estudio o la ejecución del proyecto.

Siguiendo con el ejemplo del proyecto de abastecimiento de agua potable, en la etapa del estudio a nivel perfil correspondería hacer un escenario en el cual se suponga que no se ejecuta el proyecto, con el fin de estimar, grosso modo, cuáles serían los alcances de los problemas detectados y a qué monto ascenderían los costos que generan. Por decir algo, que un especialista en medicina estime que de continuar las condiciones de insalubridad y dado el crecimiento de la población en esta comunidad, en aproximadamente dos años se produciría una epidemia que aumentaría en un alto porcentaje los costos en que incurre la comunidad. Entonces tendríamos una idea de los alcances y montos de los costos en la situación sin proyecto.

Para estimar los efectos de la situación con el proyecto, tenemos a nivel perfil que identificar los beneficios y costos que generaría el proyecto. Para nuestro ejemplo, los beneficios serían los ahorros (eliminación) de los costos estimados en la situación sin proyecto, y los costos serían los necesarios para introducir y operar el proyecto, los cuales se deben estimar aproximadamente para cada una de las alternativas. De estas estimaciones se podría llegar, por decir algo (recordemos que se trata de un ejemplo hipotético), a descartar las alternativas de las pipas de agua y la tubería de hierro dúctil, pues según la experiencia de los ingenieros y evaluadores, dada la población de la comunidad, los costos de operación de las pipas de agua y la inversión en tubería de hierro dúctil son muy elevados para el beneficio que se genera. Por lo que a la siguiente etapa de estudio (prefactibilidad) sólo se continúan analizando las alternativas de tubería de asbesto y de PVC.

3.1.3. Estudio de Prefactibilidad

En la etapa del estudio de prefactibilidad se pone énfasis en la medición de beneficios y costos identificados en la etapa de perfil. Para ello, se realiza una investigación más profunda, basada principalmente en ingeniería conceptual e información de fuentes secundarias, encuestas de mercado y uso de documentos especializados, para definir con cierta aproximación las variables principales del mercado, las alternativas técnicas y la capacidad financiera del nivel de gobierno de que se trate, así como examinar con más detalle los aspectos económicos y sociales. En general, se estiman las inversiones probables, los costos de operación e ingresos, y demás efectos del proyecto durante su vida útil. Asimismo, es necesario realizar el análisis de viabilidad de la tecnología, el tamaño, la localización y las condiciones de orden institucional y legal relevantes para el proyecto, ya que éstos tienen influencia sobre los estudios mencionados.

En principio, es conveniente plantear el análisis en términos puramente técnicos, y después seguir con los estudios económicos, porque en el estudio técnico se determinan los costos asociados directamente al proyecto, los cuales son insumo necesario para el análisis económico. Y así, con ambos estudios lograr calificar las alternativas de proyecto y elegir la que resulte más conveniente.

El estudio de mercado es la base para estimar los ingresos que generará el proyecto, para lo que se realiza un análisis de la demanda actual, mediante encuestas que investiguen la aceptación del bien o servicio que se piensa producir. Con base en tales encuestas se realizan las proyecciones de las cantidades que la comunidad consumirá del producto que el proyecto proveerá, para lo que a este nivel de estudio -y dado que se utiliza información secundaria no demostrativa- el cálculo de la demanda futura se podría hacer en función de, por ejemplo, la tasa de crecimiento de población de la comunidad, que aunque no representa la mejor forma de estimación de la demanda, sí da una aproximación. Además, si el proyecto no es parte de un monopolio natural,¹¹ se tendría que hacer un análisis de oferta para conocer la cantidad ofrecida por los otros productores del bien o servicio, y otro análisis para determinar su precio.

11 *"Monopolio natural" es cuando, por las características de un proyecto, sólo puede haber un oferente, tal es el caso del agua potable, la distribución de electricidad, el alcantarillado, etc. El monopolio natural aparece en este tipo de servicios públicos debido al fenómeno de los costos marginales decrecientes (a mayor dimensión los costos por unidad producida disminuyen), por lo que es conveniente que una sola empresa de gran dimensión sirva para abastecer el bien o servicio a todo el mercado; así como derivado de la ocupación espacial de los proyectos, que no hace factible la existencia de otro proyecto que ofrezca el servicio alternativamente dado un restringido espacio que no permite que haya más de un proyecto.*

Con el análisis técnico -que incluye las variables equipos, materias primas, procesos y servicios tecnológicos, entre otros- se determinan los costos asociados directamente al proyecto, entre los que sobresalen los costos de inversión y de capital de trabajo. Para el estudio de prefactibilidad, el cálculo de las inversiones en obra física puede estimarse con costos promedios de construcción por metro cuadrado, esto es la ingeniería conceptual.

En este estudio también se deben contemplar los elementos condicionantes del tamaño y localización del proyecto (si esta última no está dada por su propia naturaleza), tales como la enumeración y localización de los insumos, de los centros de distribución y consumo, y los efectos sobre el medio ambiente.

Por ejemplo, si se analiza un proyecto para la producción de un bien cuya materia prima es pesada y ocupa mucho volumen, y el producto final es liviano y pequeño, por lo que los costos de transporte de los insumos son más elevados que los de distribución del producto, entonces convendrá la ubicación del proyecto cerca de las fuentes de abastecimiento de materias primas, o viceversa en caso contrario.

En cuanto a los aspectos institucionales y legales, a este nivel ya se debe saber que no frustrarían la ejecución del proyecto; pero aún así, éstos pueden generar costos que tienen que contemplarse en el proyecto.

Con los antecedentes obtenidos con los estudios anteriormente señalados, se realiza la evaluación desde el punto de vista económico, determinándose así la rentabilidad de cada alternativa, teniendo entonces la posibilidad de seleccionar cuáles merecen pasar a ser analizadas más profundamente y cuáles se desechan o rechazan. Para esto, es recomendable realizar un análisis de sensibilidad sobre las variables más representativas de las alternativas (tales como aumento en costos por una posible alza de precios de un insumo principal, aumento en la tasa de descuento, reducción de la vida útil, disminución de los beneficios por errores en la estimación de demanda, etc.), para verificar si aún con posibles variaciones continúan siendo rentables.

Según sean los resultados del estudio en esta etapa, puede surgir la recomendación de su aprobación o su continuación a niveles más profundos de estudio, es decir, pasarlo a la siguiente etapa.

Para el ejemplo de abastecimiento de agua potable, en esta etapa habría que seleccionar el tamaño que debe tener la tubería (mediante análisis técnico de cantidad requerida de agua y capacidad de los tubos); analizar el precio aproximado del metro lineal de esa medida de tubo para cada alternativa y los metros que se

ocuparan, para así calcular cercanamente el monto de inversión en cada caso y estimar, con base en el promedio de requerimientos de mantenimiento de cada tipo de tubo, sus costos de operación. Con esto podemos desechar la alternativa más costosa y hacer el estudio preciso de la otra en la etapa de factibilidad.

3.1.4. Estudio de Factibilidad

Este estudio se enfoca hacia el examen preciso y detallado de la alternativa de proyecto que se ha considerado más viable en la etapa de estudio anterior. Es decir, se pone énfasis en medir y valorar los costos y beneficios de la manera más certera y precisa posible, por lo que la calidad de la información a utilizar debe ser mucho mayor que en las otras etapas, teniendo que recurrir entonces, a fuentes de información primaria, tales como cotizaciones en firme y encuestas especializadas, es decir, se debe utilizar información plenamente comprobada; además, los niveles del estudio técnico a realizar son de ingeniería básica e ingeniería de detalle.

Como podemos apreciar, los costos de un estudio a nivel de factibilidad resultan mucho más altos que en las otras etapas, por la cantidad de recursos humanos, materiales y financieros especializados que exige. Por lo que en este nivel sólo se deben estudiar aquellas alternativas de proyecto en las que se tenga casi la seguridad de que son las más rentables y mejores.

En esta etapa, el cálculo de las variables financieras y económicas debe ser lo suficientemente demostrativo para justificar la valoración de los distintos conceptos que intervienen en el proyecto, tomando suma importancia los flujos financieros y la programación de las obras. Asimismo, es relevante en esta etapa la optimización del proyecto, entendiéndose ésta como la inclusión de todos los aspectos relacionados con la obra física (tamaño y localización), con el programa de desembolsos de inversión (momento óptimo) y con la adecuada organización, puesta en marcha y operación del proyecto.

Con la etapa del estudio de factibilidad termina el proceso de aproximaciones sucesivas en la preparación y evaluación de proyectos de inversión, en el cual, como se ha observado, es significativa la importancia de la secuencia de afinamiento y calibración de la información y su análisis. Por lo tanto, es aquí donde se da el paso final al estado de preinversión, porque la factibilidad de un proyecto constituye la base para tomar la decisión de su ejecución.

En esta etapa, para el proyecto de abastecimiento de agua potable de nuestro ejemplo, se tendría que hacer un presupuesto exacto y preciso del monto de inversión y costos de operación de la alternativa de tubería seleccionada en la etapa anterior. Igualmente,

se debe verificar que los beneficios netos (beneficios-costos) generados a través del tiempo (a valor actual) sean mayores que el monto de la inversión; es decir, comprobar que sea rentable el proyecto y no quede duda de la conveniencia de su ejecución.

3.2. ESTADO DE INVERSIÓN

En este estado se ejecuta físicamente el proyecto, por lo que se analizan las actividades a efectuar para ello, y que fueron especificadas en la preinversión, con el fin de concretar los beneficios netos estimados en ella. En el estado de inversión se distinguen dos etapas denominadas estudio de ingeniería de detalle y ejecución de la obra.

3.2.1. Estudio de Ingeniería de Detalle

Con el estudio de ingeniería de detalle se llega al estado de inversión del proyecto, el cual se realiza una vez que se ha decidido su ejecución, teniendo como objetivo la ingeniería y diseño de la obra. El estudio de ingeniería de detalle comprende los estudios finales de ingeniería, el diseño de planos de construcción (con el que se elabora la configuración de las características de arquitectura e ingeniería y se ajustan los detalles finales previos a la ejecución), la confección de manuales de procedimientos, las especificaciones de los equipos y el análisis de propuestas de materiales, de acuerdo con la relación capital-trabajo determinada por la tecnología.

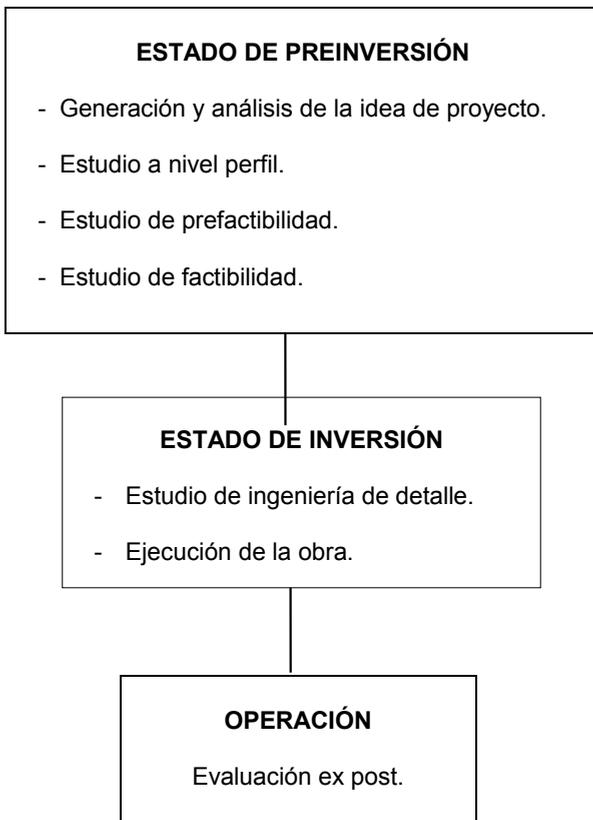
3.2.2. Ejecución de la Obra

A la etapa de ejecución corresponde la construcción física del proyecto definido en el estudio, es decir, se materializa la obra, para posteriormente ponerla en operación y así poder concretar los beneficios netos estimados en el estado de preinversión.

3.3. OPERACIÓN (EVALUACIÓN EX - POST)

Es recomendable realizar la evaluación de los resultados de los proyectos en alguno de los periodos de su vida útil (durante su operación). Pues esto nos permitiría encausar la operación de los proyectos, si ésta no se está realizando como se programó, o reorientarla, si su programación no fue la adecuada. Estos hechos nos permitirían adquirir experiencia en la evaluación de proyectos, para aplicarla en los venideros estudios de preinversión a realizar. Además, si todos los proyectos que se ejecuten, estuvieran sujetos a evaluación ex post, los evaluadores de proyectos estarían presionados y obligados a realizar una excelente labor, mitigándose así, la posibilidad de fracaso de un proyecto por errores de los recursos humanos. Esta idea puede ser reforzada con la aplicación de sanciones y castigos.

ESQUEMA N° 2 CICLO DE PROYECTOS



SECCIÓN II

METODOLOGÍAS PARA LA EVALUACIÓN SOCIOECONÓMICA DE PROYECTOS DE INVERSIÓN EN SERVICIOS PÚBLICOS LOCALES

Del estudio de la primera sección de este documento pudimos comprender qué es y en qué consiste la evaluación socioeconómica de proyectos de inversión; cuáles son, cómo se calculan e interpretan los indicadores para medir la rentabilidad de los proyectos; los niveles de estudio para la evaluación y sus características; y con todo ello, la relevancia que para el país, estados y municipios representa el empleo de esta técnica de la ciencia económica para procurar el mayor impacto socioeconómico de las inversiones públicas con optimización en el empleo de los recursos económicos de la sociedad.

En esta segunda sección del documento, denominada “*Metodologías para la Evaluación Socioeconómica de Proyectos de Inversión en Servicios Públicos Locales*”, se describen, a manera de ejemplo, recomendaciones metodológicas para la evaluación socioeconómica de proyectos de inversión de algunos de los principales servicios públicos que prestan las autoridades estatales y municipales, tales como: el servicio de agua potable urbana y rural; alcantarillado público; pavimentación; alumbrado público; limpia, recolección, traslado, tratamiento y disposición final de residuos; infraestructura vial urbana; infraestructura carretera y de caminos rurales; y educación pública, temas que se abordan en ese mismo orden, en cada uno de los ocho capítulos en que se divide esta Sección.

Es importante mencionar que las metodologías aquí presentadas son generales, y se basan en la doctrina que se postula en la evaluación socioeconómica de proyectos como técnica de la ciencia económica para medir la rentabilidad social de las inversiones públicas, por lo que en la aplicación de un estudio particular se debe tener flexibilidad a las variaciones de cada caso. Por tanto, este estudio se

debe considerar como un examen o ejemplo de los tipos de factores y elementos que se debieran contemplar para realizar el análisis de inversiones en los servicios públicos referidos desde una perspectiva socioeconómica. De hecho, partiendo de la conveniencia de evaluar socioeconómicamente los proyectos de inversión pública, los gobiernos pueden establecer en su normatividad de inversiones, requisitos y ciertas características de forma y fondo, que deban cumplir las dependencias, entidades u otros agentes económicos que empleen recursos públicos, según su ámbito de competencia, tal como lo hace el gobierno federal mexicano, que a través de su normatividad solicita como requisito para acceder a recursos públicos federales para inversión pública efectuar el análisis costo-beneficio de los proyectos mediante la evaluación socioeconómica, en específico de los recursos para la realización de programas y proyectos de inversión en infraestructura y equipamiento a los que les apliquen los *“LINEAMIENTOS para la solicitud, transferencia y aplicación de los recursos correspondientes con cargo al Fideicomiso para la Infraestructura en los Estados”*, y los del Fondo Metropolitano. (Véanse ANEXOS *“Normatividad a Aplicar para la Evaluación de Proyectos de Inversión Pública Local Financiados Parcial o Totalmente con Recursos Federales”*).

CAPÍTULO 1

Proyectos de Inversión en Agua Potable

La ejecución de proyectos de agua potable, tiene como propósito generar la infraestructura física para la provisión del servicio, que dará sustento a todos los factores productivos que se requieren para el desarrollo de las actividades económicas, dado que este servicio abastece del producto vital por excelencia en el consumo tanto del ser humano como de cualquier organismo vivo en su entorno. Dada la importancia del agua potable, ésta debe ser un servicio otorgado (o regulado) por las autoridades municipales, pues de pertenecer absolutamente a un ente privado, sería el producto con mayor especulación de todos los existentes.

En nuestro país, es obligación del municipio dotar permanentemente de agua potable a su comunidad, ya que la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos establece en su artículo 115, fracción III, inciso a), que los municipios tendrán a su cargo, entre otros, el servicio público de agua potable.

Ahora bien, dado que los recursos municipales son escasos, y además tiene que atender con ellos otras necesidades, es conveniente para el municipio, y sano para su hacienda pública, que empleen de forma eficiente y rentable los recursos dirigidos al abastecimiento de agua potable; y así ahorre y genere recursos, que pueden ser empleados en otras actividades, incentivándose de esa forma el desarrollo municipal.

Con el objeto de orientar a los municipios en el estudio de sus proyectos de inversión en el servicio de agua potable para que cumplan con la citada obligación constitucional, en este capítulo se presenta una metodología para analizar dichos proyectos de inversión pública desde la perspectiva socioeconómica, con el propósito de justificar y argumentar la conveniencia de ejecutar obras de esta naturaleza. En la metodología se expone el procedimiento, o los pasos básicos a considerar, para evaluar en términos generales los proyectos de agua potable, pero hay que destacar que el desarrollo metodológico es un proceso dinámico y de casos, por lo que el

lector al emplear esta metodología en un estudio puede ampliarla y complementarla con su propio análisis.

También es importante destacar en este estudio, que el alcantarillado público es un servicio complementario al de agua potable, es decir, son servicios diferentes que están relacionados, razón por la cual se ha separado su análisis (en capítulos 1 y 2, para agua potable y para alcantarillado, sucesivamente); aunque como se verá más adelante, los costos de un proyecto de alcantarillado que surgen a causa de un proyecto de agua potable en términos socioeconómicos son costos indirectos de los proyectos de agua potable.

1.1. TIPOS DE PROYECTOS

Los proyectos de inversión en el servicio de agua potable tienen como objetivo principal el de mejorar la calidad del líquido y/o aumentar su dotación. Dependiendo del problema que se presente en el sistema actual de agua potable de una población, será el tipo de proyecto que se pretenderá ejecutar. Normalmente, los tipos de proyectos de agua potable que se implementan son según sus características: A) instalación del servicio; B) mejoramiento del servicio; C) ampliación del servicio y D) reposición del servicio.

A) Instalación del servicio.

Este tipo de proyectos, que comprenden desde la captación de agua hasta su distribución, tienen por objeto el dotar de agua potable a una zona que carece completamente del servicio. Aunque claro está, que al ser el agua potable un bien imprescindible en el consumo del hombre, siempre existe algún sistema individual (por vivienda o incluso para cierto número de viviendas) de tipo artesanal, que abastece del vital líquido. Por lo que un proyecto de instalación del servicio de agua potable, consiste en reemplazar ese sistema individual por otro colectivo que distribuya, a cada vivienda agua potable de mejor calidad en sus características físico-químicas, con mayor presión de entrega y en mayor cantidad.

B) Mejoramiento del servicio

El objetivo de este tipo de proyectos es aumentar la calidad del servicio existente (dotar de agua más limpia, en mayor cantidad y con menores interrupciones) mediante el mejoramiento de algunos de los elementos que integran el servicio, que podría ser por ejemplo, la construcción de una planta de tratamiento, la construcción de un estanque de regulación y racionalización de las redes de distribución, plantas de bombeo, etc. O

bien, podría ser el mejoramiento integral del sistema existente, caso en que se puede aprovechar para ampliar el sistema, ya que este tipo de obras cuenta con la existencia de economías de escala¹², pudiendo así aumentar la rentabilidad del proyecto.

C) Ampliación del servicio

Este proyecto consiste en aumentar el abastecimiento del servicio sin modificar lo existente, mediante la incorporación de nuevos usuarios a través de la construcción de redes de distribución, conexiones domiciliarias o nuevas captaciones (en fuentes subterráneas o superficiales).

D) Reposición del servicio

Este es un tipo de proyecto que cumple con la renovación parcial o total del sistema existente, con cambio (o sin él) de la calidad y capacidad del servicio. Debido a las economías de escala que tienen los proyectos de agua potable, posiblemente sería conveniente aprovecharlos para ampliar la capacidad del servicio.

1.2. ESTUDIOS PARA DETERMINAR LA VIABILIDAD DE PROYECTOS DE AGUA POTABLE

Para analizar eficientemente las inversiones en el servicio de agua potable, es necesario efectuar dicho análisis con base en cinco estudios:

- estudio de demanda
- estudio de oferta
- evaluación financiera
- evaluación económica
- evaluación social

A continuación se describe cada uno de ellos.

1.2.1. Estudio de Demanda

Teóricamente, para estimar la demanda de agua potable se necesitaría de un estudio profundo acerca del comportamiento de los grupos consumidores, el cual

¹² *Por economía de escala debe entenderse la situación en la cual el incremento en los insumos para la provisión del servicio se traduce en un incremento proporcionalmente mayor en la provisión de dicho servicio. Es decir, cada peso que se adiciona a la inversión en el servicio de agua potable permite aumentar la cantidad de dotación de agua cada vez en mayor magnitud.*

se basaría en observaciones, de manera que mediante métodos econométricos se determine la curva de demanda. Para ello, las variables a considerar pudieran ser la tarifa del agua potable, el ingreso familiar, el valor de las viviendas, un índice de las precipitaciones pluviales, la densidad poblacional, la presión del agua y otros.

Pero en la práctica dicho estudio de demanda sería muy costoso y complejo, por lo que una opción para estimar la demanda de agua potable es tomar como base de su incremento la tasa de crecimiento de la población, ya que existe un vínculo directo entre ambos.

Estos datos servirán como base para estimar la tasa media anual de crecimiento de la población en la zona de estudio y proyectar la población del año actual, así como la de cada período de la vida útil de la obra.

Para estimar la tasa media anual de crecimiento de la población suponiendo un crecimiento constante, el promedio de éste puede calcularse con la siguiente fórmula:

$$TMA = \left(\frac{PF - PI}{PF + PI} \right) \left(\frac{2}{n} \right) (100)$$

donde

TMA = Tasa media anual de crecimiento.

PF = Población final (del último censo o conteo de población)

PI = Población inicial (del penúltimo censo o conteo de población)

n = Número de años del período entre PF y PI.

Con la tasa media anual de crecimiento que se obtiene por este método, se está en la posibilidad de realizar las proyecciones utilizando el procedimiento siguiente:

$$f = \left(\frac{TMA}{100} \right) + 1$$

$$F = f^n$$

$$pf = \langle F \rangle \langle PF \rangle$$

donde

f = Factor de crecimiento.

F = Factor de proyección.

n = Número de años entre el año de PF y el año a proyectar la población.

Pf = Población futura.

Ejemplo: Estimación de Demanda

Para ejemplificar realicemos un ejercicio hipotético en el que supondremos una localidad cuyo consumo promedio por habitante al día es de 150 lts. (0.15 M³) y, registró una población de 22,699 habitantes en el año de 2000 y en 2005 de 24,658 habitantes.¹³ Para simplificar nuestro ejemplo, hagamos también el supuesto de que en esta población sólo existe un estrato socioeconómico y todas sus actividades (domésticas, comerciales, industriales, etc.) tienen el mismo comportamiento en el crecimiento de la cantidad demandada de agua.¹⁴

En 2011 esta localidad pretende realizar un proyecto de agua potable, para lo que es necesario conocer la población proyectada para este año, y hasta el año 2030 que será el horizonte de planeación del proyecto.

Utilizando la fórmula para estimar la tasa media anual de crecimiento de la población tenemos que:

$$TMA = \left(\frac{24,658 - 22,699}{24,658 + 22,699} \right) \left(\frac{2}{5} \right) (100)$$

$$TMA = 1.65467\%$$

13 El consumo promedio por habitante para este ejemplo, fue seleccionado de entre el rango de consumo máximo y mínimo por habitante que organismos operadores del servicio facilitaron.

14 En la práctica habría que estimar el crecimiento de la demanda de agua por estrato socioeconómico y por actividades económicas (subdivididas en tamaños), utilizando como unidades de medida para el uso doméstico, metros cúbicos por habitante, y para las demás actividades metros cúbicos por toma de agua.

Cuando las diferencias de demanda son relevantes, el proyecto integral se debe parcializar o separar en diferentes proyectos, tramificando en base a dichas diferencias de demanda, y deben ser evaluadas separadamente. Esto responde al "principio de la separabilidad de los proyectos", el cual dice que cuando la demanda o costos de las partes del todo de un proyecto son importantemente diferentes, las partes se deben considerar proyectos separados y como tales deben ser evaluados, a fin de que cada una de las partes no afecte o sea afectada por las demás, lo que permite que si una de las partes no es rentable se rechace a ésta únicamente y se acepten como proyecto las demás, impidiéndose así, que las partes rentables absorban en una evaluación global a las partes no rentables y por ello se obtengan resultados no óptimos.

Ahora obtengamos el factor de crecimiento (**f**):

$$f = \left(\frac{1.65467}{100} \right) + 1$$

f = 1.01655

Entonces el factor de proyección **F** para el período 2005 – 2011, es decir de 6 años, será:

$$F = 1.01655^6$$

F = 1.10348

Y la población proyectada para el año 2011 se esperaría fuera:

$$pf = \langle 1.10348 \rangle \langle 24,658 \rangle$$

pf₂₀₁₁ = 27,210 habitantes.

Por lo tanto la población para el año 2030 se esperaría fuera de:

$$F = 1.01655^{25}$$

F = 1.50724

$$pf = \langle 1.50724 \rangle \langle 24,658 \rangle$$

pf₂₀₃₀ = 37,166 habitantes.

Siguiendo este procedimiento para todos los años que integran el horizonte de planeación del proyecto, las proyecciones de la cantidad demandada de agua potable resultan como se muestra en el Cuadro N° 1.

CUADRO N° 1
PROYECCIONES DE LA CANTIDAD DEMANDADA DE AGUA POTABLE

Período	Año	Factor de Proyección (f) ⁿ =F	Población Proyectada (F*PF)	Cantidad Demandada de Agua Potable (M ³ por año)*
1	2011	1.10348	27,210	1,489,724
2	2012	1.12174	27,660	1,514,374
3	2013	1.14030	28,117	1,539,432
4	2014	1.15917	28,583	1,564,904
5	2015	1.17835	29,056	1,590,798
6	2016	1.19784	29,536	1,617,121
7	2017	1.21766	30,025	1,643,879
8	2018	1.23781	30,522	1,671,079
9	2019	1.25829	31,027	1,698,730
10	2020	1.27912	31,540	1,726,838
11	2021	1.30028	32,062	1,755,412
12	2022	1.32180	32,593	1,784,458
13	2023	1.34367	33,132	1,813,985
14	2024	1.36590	33,680	1,844,000
15	2025	1.38850	34,238	1,874,512
16	2026	1.41148	34,804	1,905,529
17	2027	1.43483	35,380	1,937,059
18	2028	1.45857	35,966	1,969,111
19	2029	1.48271	36,561	2,001,693
20	2030	1.50724	37,166	2,034,815

* La cantidad demandada por año es igual a la población proyectada multiplicada por el consumo medio (0.15 m³) por 365 días del año.

1.2.2. Estudio de Oferta

En este estudio, el propósito es conocer y analizar la cobertura actual del servicio de agua potable y así detectar la existencia de algún problema relacionado con la provisión del servicio y darle solución. Para realizar este estudio se deben obtener los siguientes datos:

- 1) Zona atendida y zona no atendida con el servicio (expresados en predios servidos y no servidos). Clasificándose en estratos socioeconómicos y toma domiciliaria, comercial o industrial, con medidor y sin medidor y, sus respectivas tarifas.
- 2) Volumen de dotación actual de agua.
- 3) Eficiencia del servicio existente, analizando:
 - a. Calidad del agua (conforme a las normas de la Organización Mundial de la Salud, respecto a si es apta para el consumo humano).
 - b. Calidad del servicio (índices respecto a si hay o no interrupciones del servicio y su frecuencia).
 - c. Antigüedad del servicio.
- 4) Fuentes de suministro, incluyendo:
 - a. Descripción de las fuentes actuales (tipo y sus aforos de producción de agua).
 - b. Fuentes futuras (para fuentes no superficiales, realizar un estudio geohidrológico que muestre la existencia del caudal suficiente para satisfacer la demanda potencial).

EJEMPLO: Estimación de Oferta

Para continuar con nuestro ejemplo hipotético, supongamos que una vez realizados los estudios anteriormente mencionados, la oferta de agua actual a la población en estudio resultó ser de 1'250,000 M³ al año (después de pérdidas). Capacidad instalada que es insuficiente para satisfacer la demanda actual, y aún más para satisfacer la demanda futura, que según las estimaciones para el año de 2011, será de 1'489,724 M³, existiendo para entonces un déficit en el suministro de agua de 239,724 M³, el cual continuará incrementándose conforme pase el tiempo. Por lo tanto, de acuerdo a los resultados del análisis de oferta y demanda de agua potable, se justifica el estudio de un proyecto de agua potable para resolver el problema del déficit en su suministro.

1.2.3. Evaluación Financiera

En ésta se deben considerar los ingresos proyectados por el cobro de derechos del servicio, su instalación, y las aportaciones u otros ingresos que se puedan generar (Beneficios privados) y todos los costos que implica el servicio, tales como inversión, costos de operación y mantenimiento, gastos financieros (pago de intereses), impuestos, y, para el caso de la mano de obra, las prestaciones de ley y otros (costos privados); en los que se espera incurrir a lo largo de la vida útil del proyecto. A través de esta evaluación financiera se calcula la rentabilidad privada del proyecto de agua potable, es decir, se comprueba si el organismo operador del servicio tendrá la capacidad de obtener los recursos monetarios suficientes para cubrir los costos fijos y variables, recuperar la inversión y generar utilidades.

EJEMPLO: Evaluación Financiera.

Para ejemplificar realicemos la evaluación del caso hipotético que hemos iniciado en los apartados anteriores, en el que supondremos que se trata de un proyecto en el que el periodo de construcción de la obra es de 1 año (2010), que tendrá una capacidad de producción instalada de 2'010,000 m³ por año, y que requerirá de recursos para inversión inicial en construcciones y maquinaria que se muestran en el siguiente Cuadro N° 2.

CUADRO N° 2 PROGRAMA DE INVERSIÓN DEL PROYECTO	
Conceptos	Año de Inversión
	0 (2010)
Terrenos	126,667
Construcciones	1,864,795
Maquinaria y Equipo (importado)	1,090,722
Maquinaria y Equipo (nacional)	865,540
Salarios y Prestaciones	140,740
Aranceles por Importaciones	109,072
Impuestos	299,774
Intereses del Crédito Durante la Construcción	0
Capital de trabajo	105,553
TOTAL INVERSIONES	4,602,863

NOTA: Se supondrá valor de desecho igual a cero. Es decir, al terminar el horizonte de planeación del proyecto, la maquinaria y equipo tendrá un valor de venta igual a cero. En los casos en que aún tengan algún valor, se debe considerar como un beneficio al finalizar el horizonte de planeación del proyecto.

Apartir del año 1 (2011) el proyecto ya considera gastos de operación y mantenimiento, así como ingresos estimados al empezar a producir agua, como se presenta en los Cuadros N° 3, 4 y 5.

**CUADRO N° 3
PROGRAMA DE OPERACIÓN
(Unidades monetarias constantes)**

Conceptos	Horizonte de Planeación																				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
Costos de Operación:																					
Mat. primas y materiales	56,295	57,752	59,217	60,690	65,202	66,689	68,152	69,680	71,184	72,693	74,206	75,722	77,241	78,763	80,287	81,812	84,299	85,929	87,484	88,944	
Combustibles	35,184	36,095	37,010	37,931	40,751	41,680	42,613	43,550	44,490	45,432	46,378	47,326	48,275	49,226	50,179	51,132	52,687	53,705	54,677	55,588	
Mano de obra directa	84,442	86,627	88,826	91,035	97,802	100,033	102,272	104,520	106,776	109,039	111,308	113,582	115,861	118,144	120,430	122,717	126,449	128,893	131,225	133,412	
Otros salarios y prestaciones	16,888	17,325	17,765	18,207	19,560	20,007	20,454	20,904	21,355	21,808	22,262	22,716	23,172	23,629	24,086	24,543	25,290	25,779	26,245	26,682	
Gastos Varios	5,630	5,775	5,922	6,069	6,520	6,669	6,815	6,968	7,118	7,269	7,421	7,572	7,724	7,876	8,029	8,181	8,430	8,593	8,748	8,894	
Depreciación	230,143	230,143	230,143	230,143	230,143	230,143	230,143	230,143	230,143	230,143	230,143	230,143	230,143	230,143	230,143	230,143	230,143	230,143	230,143	230,143	
Amortización Activo Diferido	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	
Impuestos	19,844	20,357	20,874	21,393	22,984	23,508	24,031	24,562	25,092	25,624	26,157	26,692	27,227	27,764	28,301	28,839	29,716	30,290	30,838	31,352	
Intereses del Crédito	281,289	266,484	251,679	236,875	222,070	207,265	192,461	177,656	162,851	148,047	133,242	118,437	103,633	88,828	74,023	59,219	44,414	29,609	14,805	0	
TOTAL COSTOS DE OPERACIÓN	741,715	732,559	723,436	714,343	717,032	707,994	698,941	689,983	681,010	672,055	663,117	654,191	645,276	636,373	627,478	618,586	613,428	604,940	596,164	587,016	

**CUADRO N° 4
PROGRAMA DE INGRESOS SEGÚN PROYECCIONES**

Conceptos	Horizonte de Planeación																			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Consumo de agua potable (mltes de M ³)	1,490	1,514	1,539	1,565	1,591	1,617	1,644	1,671	1,699	1,727	1,755	1,784	1,814	1,844	1,875	1,906	1,937	1,969	2,002	2,035
Tarifa por M ³	0.73994	0.73994	0.73994	0.73994	0.73994	0.73994	0.73994	0.73994	0.73994	0.73994	0.73994	0.73994	0.73994	0.73994	0.73994	0.73994	0.73994	0.73994	0.73994	0.73994
INGRESOS POR FACTURACIÓN (Unidades monetarias constantes)	1,102,300	1,120,539	1,139,080	1,157,928	1,177,088	1,196,565	1,216,364	1,236,491	1,256,951	1,277,749	1,298,891	1,320,384	1,342,232	1,364,441	1,387,018	1,409,968	1,433,299	1,457,015	1,481,124	1,505,631

**CUADRO N° 5
BENEFICIOS NETOS PRIVADOS DEL PROYECTO*
(Unidades monetarias constantes)**

Conceptos	Horizonte de Planeación																				
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
BENEFICIOS NETOS PRIVADOS DEL PROYECTO*	-4,402,863	360,585	381,960	415,644	443,385	460,056	488,571	517,023	546,507	576,940	605,694	635,774	666,193	696,955	728,068	759,540	791,382	819,820	852,015	884,959	918,615

* Los beneficios netos privados se calculan como la diferencia entre los ingresos y los costos (de inversión y operación). Debe advertirse que para el año de inversión (2010) no existen ingresos.

Para facilitar el análisis en todos los cuadros se muestran unidades monetarias constantes.

TARIFA DE AGUA POTABLE

La tarifa por el servicio de agua potable debe ser suficiente para cubrir los costos fijos y variables de producción, permitir recuperar la inversión y obtener una rentabilidad privada, de cada proyecto de agua potable. Por ende, es conveniente que la determinación de dicha tarifa se realice por proyecto, con el fin de realizar un cobro eficiente y equitativo del servicio, ya que serían los beneficiarios directos los que lo pagarían y cubrirían los costos. Es decir, si una colonia de altos ingresos es de difícil acceso para los servicios públicos y el número de beneficiarios del servicio es pequeño, el precio por metro cúbico tendría que ser diferente al resto de la población, puesto que es seguro que se incurriría en mayores costos de inversión y operación de su servicio en términos relativos, los cuales se distribuirían en una menor cantidad de individuos.

La forma de calcular la tarifa de agua potable por el proyecto, sería precisamente contemplando sus costos, que deben cubrirse a través del tiempo, distribuyéndolos entre los beneficiarios que irá teniendo el servicio durante su vida útil, conforme a la cantidad de agua que se espera consuman.¹⁵

Por tanto la formulación matemática para calcular la tarifa es la siguiente:

$$T = \frac{\sum_{t=0}^n \frac{I_t}{(1+r)^t} + \sum_{t=1}^n \frac{Ctop_t}{(1+r)^t} - \sum_{t=1}^n \frac{VD_t}{(1+r)^t}}{\sum_{t=1}^n \frac{q_t}{(1+r)^t}}$$

donde,

T = Tarifa por metro cúbico.

I_t = Inversión del año t.

¹⁵ Para el cálculo de la tarifa, el servicio integral de un proyecto (fuentes de captación, plantas de tratamiento, conducciones, estanques de regulación, redes de distribución, conexiones domiciliarias) se debe parcializar o subdividir en proyectos para cada una de las partes del servicio integral; con el fin de estimar el precio por unidad de cada etapa. Esto es así, porque por decir algo, una zona industrial que utiliza la misma fuente de abastecimiento que una zona habitacional, ocupa diferente tipo de red de distribución que incurre en diferentes costos que deben ser distribuidos en las cantidades demandadas de agua correspondientes a cada caso. Además, parcializando el proyecto integral se puede detectar la conveniencia financiera de no alterar o modificar alguna de las etapas del sistema actual (si técnicamente es factible).

Ctop_t = Costos de operación del año t.

VD_t = Valor de desecho (residual) del año t.

q_t = Cantidad en metros cúbicos de agua consumida en el año t.

r = La rentabilidad mínima esperada del proyecto de agua potable.

Nótese que la fórmula distribuye a través del tiempo los costos del proyecto (adicionándose una ganancia o rentabilidad) entre las cantidades (en metros cúbicos) de agua potable a abastecer, considerándose precios constantes; lo que da como resultado un precio por metro cúbico a valor presente y unidades monetarias actuales.

Lógicamente, el monto de la tarifa deberá evolucionar en el tiempo para reflejar los aumentos de costos del proyecto atribuibles a la inflación. Sin embargo, en este ejemplo no se ilustra dicho efecto, ya que se considera la misma tarifa a lo largo del horizonte de planeación del proyecto.

EJEMPLO. Determinación de la Tarifa.

Si suponemos que el organismo operador del servicio de agua potable pretende una rentabilidad del 10% y que el Valor de Desecho es igual a 0, el resultado del cálculo de la tarifa de agua potable por metro cúbico para el proyecto del ejemplo aplicando la fórmula, es:

$$T = 0.73994$$

La cual es la tarifa que se considera para determinar los ingresos por facturación. La que suponemos una rentabilidad privada del organismo operador del 10%, por lo que aplicando esta tarifa, financieramente el proyecto sería rentable si la tasa de interés del mercado es inferior al 10%. Por tanto, el cobro de tarifas inferiores a ésta, lesionarán la rentabilidad financiera del proyecto.

1.2.4. Evaluación Económica

En la evaluación económica se deben considerar únicamente los rubros que representan la utilización de recursos reales. Es decir, que solo se tomarán en cuenta los bienes y servicios que sean resultado del uso de factores productivos como la tierra, el trabajo y el capital físico (instrumentos productivos, no financieros). Por lo que en la evaluación económica, se excluyen todos los conceptos que implican transferencias financieras (de recursos monetarios) o que no movilizan recursos reales, como los intereses, impuestos y depreciación. Es conveniente que para aquellos conceptos de bienes o servicios que se presentan globalmente, se

desglosen para convertirse a los recursos reales que lo componen. (Ver Cuadros N° 6, 7, 8 y 9)

CUADRO N° 6
EJEMPLO: Evaluación Económica
DESGLOSE DEL CONCEPTO “CONSTRUCCIONES”
(Unidades monetarias constantes)

Conceptos	Año de Inversión
	0 (2010)
Materiales (nacionales)	1,055,546
Mano de obra directa	668,509
Otros salarios y prestaciones	140,740
TOTAL CONSTRUCCIONES	1,864,795

CUADRO N° 7
PROGRAMA ECONÓMICO DE INVERSIÓN DEL PROYECTO *
(Unidades monetarias constantes)

Conceptos	Año de Inversión
	0 (2010)
Terrenos	126,667
Maquinaria y Equipo (importado)	1,090,722
Maquinaria y Equipo (nacional)	865,540
Materiales (nacionales)	1,055,546
Mano de obra directa	668,509
Otros salarios y prestaciones	140,740
TOTAL INVERSIONES	3,947,724

** Nótese que se han excluido para efectos de la evaluación económica los conceptos de: aranceles por importaciones, impuestos, intereses y el capital de trabajo.*

CUADRO N° 8
PROGRAMA ECONOMICO DE OPERACION*
(Unidades monetarias constantes)

Conceptos	Horizonte de Planeación																			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Costos de Operación:	56,295	57,752	59,217	60,690	65,202	66,689	68,152	69,680	71,184	72,693	74,206	75,722	77,241	78,763	80,287	81,812	84,299	85,929	87,484	88,944
Mat. primas y materiales	35,184	36,095	37,010	37,931	40,751	41,680	42,613	43,550	44,490	45,432	46,378	47,326	48,275	49,226	50,179	51,132	52,687	53,705	54,677	55,588
Combustibles	84,442	86,627	88,826	91,035	97,802	100,033	102,272	104,520	106,776	109,039	111,308	113,582	115,861	118,144	120,430	122,717	126,449	128,893	131,225	133,412
Mano de obra directa	16,888	17,325	17,765	18,207	19,560	20,007	20,454	20,904	21,355	21,808	22,262	22,716	23,172	23,629	24,086	24,543	25,290	25,779	26,245	26,682
Otros salarios y prestaciones	5,630	5,775	5,922	6,069	6,520	6,669	6,815	6,968	7,118	7,269	7,421	7,572	7,724	7,876	8,029	8,181	8,430	8,593	8,748	8,894
Gastos Varios	198,439	203,575	208,740	213,932	229,836	235,078	240,307	245,622	250,924	256,241	261,574	266,919	272,273	277,638	283,011	288,386	297,156	302,898	308,379	313,521
TOTAL COSTOS DE OPERACION																				

* Observese que se han excluido la depreciación, la amortización del activo diferido, los impuestos y los intereses del crédito.

CUADRO N° 9
BENEFICIOS NETOS ECONÓMICOS DEL PROYECTO*
(Unidades monetarias constantes)

Conceptos	Horizonte de Planeación																				
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
BENEFICIOS NETOS ECONÓMICOS DEL PROYECTO*	-3,947,724	908,861	916,964	930,340	943,996	947,252	961,487	976,057	990,869	1,006,027	1,021,508	1,037,317	1,053,465	1,069,958	1,086,803	1,104,007	1,121,583	1,136,143	1,154,117	1,172,745	1,192,110

* son iguales a los ingresos por facturación menos los costos de inversión y operación.

El proyecto tiene una rentabilidad económica superior al 10%, ya que en ésta se excluyen algunos de los costos contemplados en la evaluación financiera.

1.2.5. Evaluación Social

En la evaluación social de proyectos de agua potable se debe definir la situación actual optimizada o la situación sin proyecto (beneficios y costos sociales que se generarían con el sistema actual en caso de no realizarse el proyecto) para que no se sobreestimen los beneficios y costos atribuibles al proyecto.¹⁶ Y ésta se compara con lo que sucedería si se ejecutara el proyecto (beneficios y costos sociales en que incurriría el proyecto), con el fin de atribuirle al proyecto única y exclusivamente los beneficios y costos sociales que le corresponden. Es decir, si el proyecto no se realiza, la sociedad con el sistema actual de agua potable optimizado obtendría una cierta cantidad de beneficios netos (beneficios menos costos); y si se realiza el proyecto, se pretende que la sociedad obtenga esa cantidad de beneficios netos que obtendrían aún sin el proyecto más otra cantidad de beneficios netos; siendo ese aumento en beneficios netos los que se le deben atribuir al proyecto y considerarse para su evaluación. Con ello se comprobaría lo que la sociedad realmente gana por la ejecución del proyecto.

BENEFICIOS DIRECTOS

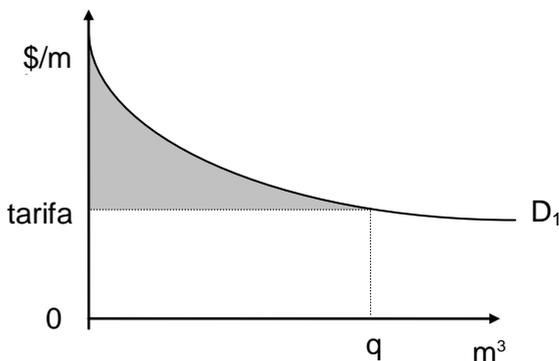
Los beneficios sociales directos de un proyecto de agua potable corresponden a aquellos que se derivan de una mayor oferta de agua para el consumo en la zona de estudio del proyecto (beneficio por mayor consumo), si es que existe escasez, debido a que en términos sociales aumenta la satisfacción de una necesidad, lo que provoca mayor bienestar para la comunidad. El nivel de bienestar que genere el proyecto, dependerá del tipo de usos del agua y/o aumento de cada uno de ellos que la capacidad del sistema permita, tales como usos primarios: para saciar la sed del ser humano, para la higiene personal, y para la producción de bienes; y los secundarios o suntuarios: regar plantas y jardines domésticos, lavar autos y recreación. También constituyen beneficios sociales la sustitución de la fuente o sistema de agua potable que los consumidores utilizaban, y que por efectos del proyecto es reemplazado por un sistema más económico, debido a que se liberan recursos que podrán ser utilizados para otros propósitos.

16 *La optimización de la situación actual es la ejecución de inversiones pequeñas (marginales) en reparaciones menores a modo de conservación del sistema, medidas administrativas, incentivos por ahorro de agua, multas por derroche de agua, regulación por cortes de agua, cobro mediante tarifa (incentivo de mercado a disminuir la cantidad demandada mediante el aumento del precio del servicio), etc. que mejoren el servicio.*

El beneficio del mayor aporte de agua se puede medir por el valor que los consumidores le otorgan. Si el precio del agua potable fuera el resultado del libre juego de oferta-demanda, éste sería un buen reflejo del valor de los beneficios que los consumidores, en promedio, esperan obtener del uso del servicio. Pero existen implicaciones que impiden al precio del agua ser una buena medida del valor implícito del beneficio esperado, tales como los subsidios (en los que el precio de demanda está por debajo del precio de oferta) o el hecho de que el agua potable al ser un producto socialmente necesario o vital los consumidores podrían estar dispuestos, dada su imprescindibilidad, a pagar precios bastante por encima de los efectivamente cobrados

Es posible construir una curva de demanda de agua potable definiendo los precios para diferentes cantidades de consumo. Por los primeros litros de agua los consumidores están dispuestos a pagar un precio alto, dada la necesidad vital del líquido. Pero a medida que los consumidores van satisfaciendo sus requerimientos de uso primario del agua, la necesidad del agua adicional se va haciendo menos vital y, por ende, se tendrá una disposición a pagar un precio cada vez menor por los últimos litros; lo que significa que el nivel de beneficio atribuido a las últimas porciones de agua que son empleadas en los usos secundarios o suntuarios serán en gran medida inferiores al otorgado por las primeras porciones. Entonces, la representación gráfica de la curva de demanda por agua potable tendría la forma siguiente: (Ver Gráfica N° 16)

GRÁFICA N° 16
Curva de Demanda de Agua Potable



Donde el beneficio del servicio de agua potable está representado por la mayor disposición a pagar de los consumidores en relación al precio cobrado por el servicio de agua (tarifa), lo que en teoría económica es conocido como el excedente del consumidor (área sombreada bajo la curva de demanda); y por el ingreso financiero que percibe el organismo operador del servicio que está representado por $\left[\left(\text{tarifa} / \text{m}^3 \right) * \left(\text{qm}^3 \right) \right]$ (área rectangular bajo el excedente del consumidor). Esto es el beneficio social que se obtiene del servicio de agua potable, el cual corresponde a un beneficio privado (el del organismo operador) pero que forma parte de la sociedad, más el beneficio comunitario (el de los consumidores) que también forman parte de la sociedad.

Como podemos observar, el beneficio social por el servicio de agua potable normalmente es mayor que el beneficio privado, es decir, el precio social del agua potable está por encima del precio privado; por lo que para valorar el beneficio del servicio en términos sociales, habría que ajustar el precio privado (la tarifa) al precio social, y así poder conocer lo que realmente gana la sociedad con el servicio de agua potable.

Existen factores de conversión de precios de mercados a precios sociales que calcula la Banca de Desarrollo para un ámbito nacional, y estos sirven para evaluar socialmente los proyectos cuando la sociedad es el país en su conjunto. Pero cada localidad puede calcular aproximadamente el factor de conversión a precios sociales de cada caso en particular y de esa forma comprobar en lo que realmente se beneficia la sociedad del municipio que se traduce en beneficio social del estado y a su vez del país por el efecto particular y único que tiene el servicio de agua potable para una comunidad.

El procedimiento consiste en calcular la proporción aproximada que representa el excedente del consumidor respecto al ingreso privado. Para entonces, en dicha proporción aumentar el precio de mercado (tarifa) del agua potable. El cálculo se puede realizar de la siguiente manera:

$$fs = \frac{Po + T}{2} / T$$

donde,

fs = Factor de conversión de precios de mercado del agua potable a precios sociales.

Po = Costo promedio de abastecimiento de agua potable con un sistema anterior o alternativa al sistema nuevo.

T = Tarifa por agua potable con el servicio nuevo.

Una vez teniendo el factor de conversión a precios sociales para ese caso en particular, éste se multiplica por los beneficios privados (ingresos del organismo operador) dando como resultado los beneficios sociales directos.

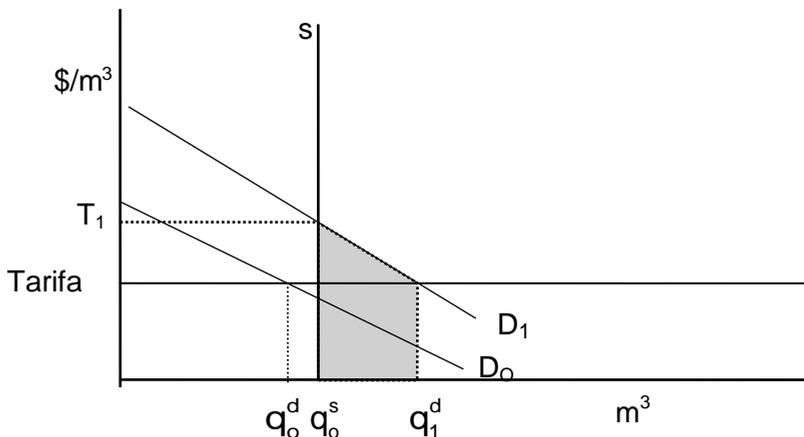
Si suponemos que se ha calculado que el excedente del consumidor representa el 25% de los ingresos privados que percibirá el proyecto, entonces el factor de conversión de precio privado del agua potable a su precio social, será 1.25. Por lo que, si el ingreso por facturación es de 1'102,300 Unidades Monetarias (beneficio privado), el beneficio social será igual a $(1'102,300 * 1.25 = 1'377,875)$.

Ahora analicemos este beneficio social directo según el tipo de proyecto de agua potable, ya sea un proyecto de aumento de capacidad o un proyecto de instalación del sistema.

A) Proyecto de aumento de capacidad.

Se requiere de un proyecto para aumentar la capacidad de producción del servicio de agua potable cuando existe un déficit de oferta estando optimizado el servicio actual; esto es, cuando la demanda por agua potable llega a ser mayor que la oferta del servicio, debido al crecimiento normal de la demanda (nuevos consumidores que ocupan del líquido) o por un aumento de los usos del agua por parte de la población (véase gráfica siguiente).

GRÁFICA N° 17
Déficit de Oferta del Servicio de Agua Potable

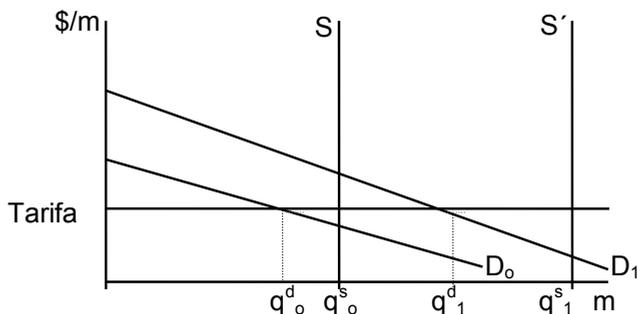


Donde D_0 es igual a la demanda anterior de agua potable con la cual dada la tarifa por agua potable existente, la cantidad demandada de agua potable por la comunidad era q^{d_0} , que con la oferta máxima del sistema actual (S), la cual es inelástica al precio, ya que es un servicio público que presta el ayuntamiento, el cual independientemente de la tarifa que se cobre se debe otorgar de alguna forma) la cantidad que se tiene capacidad de producir es q^{s_0} ; por lo que hasta ahí el servicio actual de agua potable bastaba para satisfacer la demanda. En la gráfica, el crecimiento de la demanda está representado por el desplazamiento a la derecha de la curva de demanda de la comunidad de D_0 a D_1 , que es la curva de demanda actual de la comunidad, que dada la tarifa de agua potable existente, la cantidad demandada es q^{d_1} , la que con la oferta máxima del sistema no es posible satisfacer, existiendo así un déficit de la oferta de agua potable con el sistema actual de $q^{d_1}-q^{s_0}$ (que en términos monetarios es el área sombreada de la Gráfica N° 17).

Hasta aquí se ha definido un problema (el déficit del servicio de agua potable en la comunidad), que debe ser resuelto. Pero como ya se mencionó antes de pensar como solución del problema en un proyecto de ampliación del sistema de agua potable, habrá que ver si el problema se puede resolver de otra forma que implique menos uso de recursos y continuar aprovechando el sistema actual (optimización de la situación actual o situación sin proyecto). Las soluciones mediante la optimización del servicio actual podrían ser la detección y reparación de fugas de conducciones y redes, a fin de disminuir las pérdidas de agua y, por ende, aumentar la cantidad ofrecida por el sistema actual; racionalizar el agua con cortes periódicos del servicio, con el objeto de redistribuir la oferta existente entre los demandantes de esta comunidad; aumentar la tarifa de agua potable (si el servicio es medido), de tal forma que los consumidores mismos tiendan al ahorro de agua (volviendo al ejemplo de la Gráfica N° 17, si la tarifa aumenta a T_1 , la cantidad demandada D_1 se igualaría a la cantidad ofrecida q^{s_0}). Aunque, estas dos últimas maneras de optimizar la oferta pueden ocasionar problemas de corte político y social si se provoca el descontento de la población, además de que disminuyen el beneficio del servicio de agua potable del que hablábamos anteriormente.

Ahora analicemos el beneficio directo que produciría la incorporación de un proyecto de aumento de capacidad (aumento de la oferta de agua potable). La implementación de este tipo de proyecto se representaría gráficamente de la siguiente forma: (Ver Gráfica N° 18)

GRÁFICA N° 18
Implementación de un proyecto de ampliación
de capacidad del servicio de Agua Potable



El proyecto aumentaría la oferta de S a S' con la que el nuevo sistema tendría capacidad de producir la cantidad de q_1^s de agua potable, la que es suficiente para cubrir el déficit existente con el sistema anterior y además los requerimientos de futuros aumentos en la demanda. El sistema nuevo al tener la capacidad de cubrir la cantidad demandada q_1^d genera un crecimiento del beneficio directo de la comunidad por el aumento de consumo de q_0^s a q_1^d que se mide por el aumento del excedente del consumidor más el aumento en el ingreso del organismo operador del servicio (área bajo la curva de demanda D_1 entre q_0^s y q_1^d). Este aumento del beneficio directo sería el beneficio atribuible al proyecto que se debe considerar en la evaluación.

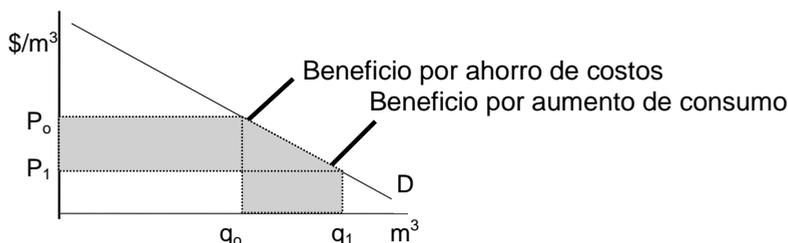
B) Proyecto de instalación del sistema

Se requiere de un proyecto de instalación del sistema cuando no existe el servicio de agua potable en alguna comunidad y ésta se abastece del vital líquido de alguna forma que le representa altos costos.

Las formas de abastecimiento del agua de esta población podrían ser por acarreo desde algún arroyo, alguna toma comunitaria, desde los camiones pipa, etc. que implica el uso del recurso mano de obra, el cual durante el tiempo que se emplea para el abastecimiento de agua no puede ser utilizado para otra actividad productiva o inclusive para el ocio. Además el uso de agua queda reducido a satisfacer las necesidades primarias.

Al implementar un proyecto de instalación de un sistema de agua potable, se liberaría el uso de la mano de obra para los acarreo de agua y los tipos de usos del agua

podrían aumentar si el precio del agua con el sistema es menor que el precio al que valora la comunidad seguir haciendo los acarreos (Véase la Gráfica N° 19).



Donde P_0 sería el costo de utilizar la mano de obra por ejemplo en el acarreo de agua, el cual se puede medir con el precio social de la mano de obra (que analizaremos con mayor detalle más adelante); q_0 la cantidad de agua que consume la comunidad sin el proyecto; P_1 es la tarifa del agua potable con el proyecto y q_1 la cantidad demandada y ofrecida con el proyecto. El beneficio atribuible al proyecto sería el área sombreada que es igual al beneficio por ahorro del recurso mano de obra más el aumento del consumo de agua potable.

BENEFICIOS INDIRECTOS

Los beneficios indirectos de un proyecto de agua potable, son aquellos que se generan en las actividades económicas relacionadas con el servicio de agua potable. Es decir, es el beneficio derivado del proyecto por la mayor producción social que desencadenaría la demanda de otros bienes y servicios que necesitará la comunidad con el proyecto, tales como servicios de plomería, producción y distribución de implementos o refacciones para mantenimiento y reposición de redes y conexiones domiciliarias, etc.

Los beneficios indirectos se pueden estimar aproximadamente, tomando como referencia la proporción del crecimiento de dichas actividades con respecto al beneficio directo al haber ejecutado un proyecto en casos similares en los que exista experiencia, tratando de seleccionar estos casos modelo lo más parecido posible a las características del proyecto analizado. Esta proporción se tomaría como base en nuestro proyecto, obteniéndose entonces el beneficio indirecto como resultado de multiplicar el beneficio directo por dicha proporción.

BENEFICIOS INTANGIBLES

Los beneficios intangibles de un proyecto de agua potable son aquellos cuya cuantificación es muy difícil, tal es el caso de los efectos en la salud de la población, pues sabemos que un proyecto de agua potable (sobre todo de instalación del sistema) contribuye a mejorar las condiciones de salud, pero las enfermedades pueden deberse a muchos otros factores; entonces, es muy difícil precisar el beneficio atribuible al proyecto por mejora de la salud de la población. Pero dada la importancia de este beneficio es recomendable hacer una descripción cualitativa de las condiciones de salud existentes en la población y el resultado que se espera, con el fin de ayudar en la toma de la decisión de ejecutar o no el proyecto.

COSTOS SOCIALES DIRECTOS

Un proyecto de agua potable para ser ejecutado y poder gozar de los beneficios que genera, requiere del uso de recursos que le pertenecen a la sociedad, tales como terrenos, maquinaria y equipos, mano de obra, combustibles y otros conceptos que al ser utilizados por el proyecto no pueden ser empleados en otra actividad productiva, lo que representa el costo de oportunidad del proyecto.

La cuantificación de estos costos se realiza determinando la cantidad o unidades de cada uno de los recursos que se emplearán en el proyecto: y su valoración se efectúa a precios sociales debido a que los precios de mercado de los recursos no representan el verdadero valor que para la sociedad tienen al sacrificar sus otros usos alternativos. Pues como ya habíamos visto, en el mercado existen ciertas distorsiones como impuestos discriminatorios, subsidios u otros factores que hacen que los precios que se presentan en el mercado (precio considerado en la evaluación financiera) estén por arriba o por debajo del precio que representaría el valor real de los recursos. También como ya se mencionó, los precios sociales son calculados por la Banca de Desarrollo para el capital, la mano de obra, la divisa y la tasa de descuento, con un enfoque nacional; pero así como las localidades pueden calcular el precio social del agua potable para cada caso en lo particular, también pueden calcular aproximadamente el precio social de los factores productivos que se utilizarían para la construcción, puesta en marcha y operación del proyecto de agua potable.

El procedimiento para calcular los precios sociales de los recursos de una localidad es simple, aunque la obtención de información puede ser complicada e implicar un estudio adicional acerca de la detección de usos alternativos de dichos recursos. Veamos algunos ejemplos aplicados a los factores más representativos en los costos de un proyecto de agua potable:

Terreno.-

Supongamos que para la construcción del proyecto de agua potable, el municipio expropia por utilidad pública una parte de predios utilizados para actividades agrícolas, terrenos que ya no podrán ser utilizados para dichas actividades, y se estima que de continuarse utilizando estos terrenos para la actividad agrícola se podría obtener un beneficio de por lo menos el triple del valor de cesión al municipio. Entonces la sociedad incurre en un costo, por dejar de gozar de productos agrícolas, valorado dos veces más que el precio pagado por el municipio.

Para este caso el factor de conversión para transformar los precios de mercado a precios sociales es 3.0; por lo tanto, si el precio de los terrenos que pagará el municipio (precio de mercado) es de 126,667 Unidades Monetarias, el precio social de los terrenos sería igual a $126,667 * 3.0 = 380,000$ Unidades Monetarias.

Maquinaria y Equipo Importado.-

Algunas máquinas o equipos requeridos por el proyecto de agua potable pueden ser de origen extranjero, por lo que para adquirirlos, su pago implica el gasto de divisas, caso para el cual corresponde investigar si la moneda nacional está sobrevaluada o subvaluada con respecto a la divisa, a fin de conocer el verdadero costo que para la sociedad representa esa pérdida de divisas.

Si suponemos que en nuestro análisis hemos constatado que el valor de cambio de la moneda nacional está sobrevaluado en 7%. Entonces, para este caso el factor de conversión del precio de mercado de la divisa a precio social sería 1.07; por lo que, si el precio de mercado de la maquinaria importada es de 316,667 Unidades Monetarias, su precio social sería igual a $316,667 * 1.07 = 338,834$ Unidades Monetarias.

Maquinaria, Equipo y Materiales Nacionales.-

Vamos a suponer que en nuestro análisis hemos detectado en lo que a maquinaria y equipo se refiere, que no existe ningún tratamiento de excepción para el municipio como comprador, lo que significa que el costo de oportunidad para la sociedad es el mismo, porque si el municipio no los compra, los comprará otra persona a los mismos precios, y éste corresponde al verdadero valor que la sociedad le asigna a estos recursos. Por lo tanto, el factor de conversión a precios sociales sería 1.0 por lo que el precio de mercado de la maquinaria y equipo es igual a su precio social.

Ahora supongamos que en lo que respecta a los materiales nacionales, evidenciamos que los vendedores especulan con los precios, asignándoles precios de mercado que están el 30% por encima del valor que para la sociedad tiene el uso de estos materiales, por lo que el precio social es menor que el precio de mercado en ese 30%.

Por tal motivo, para el caso de los materiales, el factor de conversión a precios sociales es $1.0 - 0.3=0.7$; por lo que si el precio de mercado de los materiales es de 633,334 Unidades Monetarias el precio social es igual a $633,334 * 0.7= 443,334$ Unidades Monetarias.

Mano de obra.-

En el análisis de los precios sociales de la mano de obra, el objetivo es encontrar cuánto le cuesta a la sociedad emplear mano de obra en el proyecto en vez de utilizarla para otros fines. Por lo que se debe distinguir entre mano de obra calificada y mano de obra no calificada, pues cada unidad de mano de obra calificada es valorada por la sociedad más alto que la unidad de mano de obra no calificada.

Con el fin de simplificar nuestra ejemplificación de la conversión de precio de mercado de la mano de obra a su precio social, supondremos la mano de obra en términos generales.

Para determinar el precio social de la mano de obra, se requiere de información de la localidad respecto a la tasa de desempleo abierto, que supondremos es del 15% de la población económicamente activa; y de la tasa de subempleo, que supondremos es del 40% de la población económicamente activa ocupada, con un nivel de remuneración media equivalente a la mitad del salario mínimo legal.

Una estimación aproximada del costo social de la mano de obra es suponer que el costo del beneficio sacrificado (lo que se deja de producir socialmente por emplear los recursos humanos en el proyecto), será igual a la producción efectiva de la población ocupada, valorada por su nivel relativo de ingreso.

Por lo tanto, en nuestro ejemplo tenemos que de cada 100 personas que se ofrecen en el mercado laboral 85 están ocupadas. Y de esas 85 ocupadas, 51 tienen ocupación plena y los otros 34 perciben la mitad de la remuneración legal. Por lo que estas 34 últimas corresponden a $34 * 0.5=17$ empleados efectivos de remuneración completa. Entonces, de cada 100 personas económicamente activas $51+17=68$ tienen un empleo con remuneración legal plena. Es decir, que por cada 100.00 Unidades Monetarias de remuneración legal al trabajo, 68 corresponden a costo social.

Por lo que en este caso, el factor de conversión del precio de mercado de la mano de obra a precio social es 0.68

Combustibles.-

En el caso de nuestro país que es productor-exportador de petróleo, el precio interno de este recurso es menor que el precio internacional, por lo que al ser utilizado en el proyecto, se deja de percibir beneficio de exportarlo a la comunidad internacional.

Si suponemos que el precio interno del combustible es de \$75.00 por unidad, y el precio internacional es de \$100.00 por unidad, el factor de conversión de precio de mercado del combustible a precio social sería $100\% / 75\% = 1.33$.

Otros conceptos.-

El análisis de conversión a precios sociales se efectúa sucesivamente para cada uno de los conceptos que integran los egresos del proyecto a través de su vida útil. Para simplificar el ejemplo supondremos que los precios sociales de los demás conceptos coinciden con los precios de mercado, es decir, que el factor de conversión es igual a 1.0.

En la evaluación social de proyectos de agua potable, además de considerarse los costos en que incurre el proyecto para su construcción, operación y mantenimiento valorados a precios sociales, a los cuales se les denomina costos sociales directos, por incidir directamente en el proyecto, se deben considerar los costos indirectos, externalidades negativas y los costos intangibles, es decir, contemplar los costos que para el pleno de la sociedad generaría el proyecto.

COSTOS SOCIALES INDIRECTOS

Los costos indirectos de un proyecto de agua potable, son aquellos que ocasiona el proyecto a mercados relacionados o asociados con él. Es decir, son aquellos efectos negativos que sobre los mercados de bienes sustitutos y/o complementarios del servicio de agua potable se provocan.

Cada proyecto en particular genera diversos costos indirectos, de los cuales algunos pueden ser diferentes dependiendo de las características de la zona de influencia del proyecto; por lo que para cada caso hay que identificar los costos indirectos que se pueden generar. Para detallar más la explicación de estos costos sociales, mencionemos a continuación algunos de los costos indirectos que por lo general se provocan con un proyecto de agua potable urbana.

Por ejemplo, los costos en que deben incurrir los usuarios para poder utilizar el producto del proyecto y disfrutar de sus beneficios, tales como los costos de las instalaciones domiciliarias, de mantenimiento de dichas instalaciones, instalaciones que deben ir desde las tomas de agua potable y su distribución dentro de la vivienda,

hasta el sistema de evacuaciones de las aguas residuales. Este último factor de costos se relaciona con la afectación del mercado del alcantarillado público, el cual es un servicio público también complementario al servicio de agua potable, que cuando aumenta el número de beneficiados o la cantidad de agua consumida es mayor su demanda, y por ende, se incrementa a la cantidad de agua evacuada por él, ligado a ella el aumento de los costos de dicho servicio.

EXTERNALIDADES

Las externalidades son aquellos efectos en el medio ambiente (contaminación), dificultades, inconvenientes, pérdida de beneficios, disminución de bienestar o incurrencia en costos adicionales que el proyecto ocasione a terceros, las cuales constituyen costos sociales que deben ser contemplados en la evaluación hasta donde sea posible.

Como externalidades de un proyecto de agua potable se pueden mencionar la disposición final de las aguas servidas crudas en cursos receptores (ríos, lagos, mar, etc.) que ocasionan costos de difícil valoración (muerte de peces, restricción de algunos usos del agua). Estos costos pueden ser internalizados en el proyecto si se contempla incluir la construcción de un sistema de alcantarillado con tratamiento final de las aguas servidas, siempre y cuando el costo de incluir este sistema completo sea menor que el costo por contaminación, de lo contrario no convendría darle tratamiento al agua y el costo por externalidad que se incluiría en la evaluación sería el de las pérdidas productivas debidas a la contaminación.

Otras externalidades que ocasionan los proyectos de agua potable urbana podrían ser por la congestión vial que se provoca durante la construcción del proyecto, costo social que puede ser medido estimando cuánto combustible se consumiría de más, el desgaste de los vehículos y la pérdida de tiempo de los conductores (tiempo que podría ser empleado en otras actividades). Para ello se tienen que hacer aforos vehiculares identificando el número de vehículos y sus tipos que transitan por la zona de influencia del proyecto, para determinar según las restricciones viales que ocasionaría el proyecto a qué grado podría llegar la congestión del tránsito (el aumento en tiempo de circulación) y con los costos promedio normales por unidad de tiempo de cada tipo de vehículo, obtener los costos de dicha externalidad. Además, la construcción del servicio también implica la inmovilización económica de las calles correspondientes, lo que repercute en cierres de establecimientos comerciales, merma de su actividad y disminución de demanda hacia los proveedores, costos que se miden según la estimación de la pérdida de la producción.

COSTOS INTANGIBLES

Los costos intangibles son aquellos de difícil e imposible medición monetaria, tales como los malos olores y el mal aspecto, los cuales al no poder ser analizados cuantitativamente se deben estudiar cualitativamente haciendo una descripción de ellos y de sus alcances. Entre los costos intangibles también se incluyen las demandas de corte político de una población que exija el servicio aún sin ser económicamente rentable.

El reporte de los costos intangibles sirve de complemento a la evaluación económica y social, para que los responsables de los proyectos públicos tomen una decisión lo más acertada y conveniente que sea posible para la sociedad.

Para continuar con nuestro ejemplo, supongamos que la capacidad instalada del sistema actual, que según nuestro estudio de oferta fue de 1'250,000 M³ de agua por año, al ser optimizado con una inversión de tan sólo 630,446 Unidades Monetarias (a precios sociales), aumenta a 1'400,000 M³ implicando y generando un costo social directo de operación de 356,604 Unidades Monetarias y un beneficio social directo de 1'294,887 Unidades Monetarias, respectivamente, en cada año. Además, supongamos que los efectos indirectos y externalidades son exactamente los descritos anteriormente en su explicación. Véanse los Cuadros N° 10, 11, 12, 13 y 14.

CUADRO N° 10
PROGRAMA ECONÓMICO DE INVERSIÓN VALORADO A PRECIOS SOCIALES*
(unidades monetarias constantes)

Conceptos	Año de Inversión
	0 (2010)
Terrenos	380,001
Maquinaria y Equipo (importado)	1,167,073
Maquinaria y Equipo (nacional)	865,540
Materiales (nacionales)	738,882
Mano de obra directa	454,586
Otros salarios y prestaciones	140,740
TOTAL INVERSIONES	3,746,822
Externalidades	895,600
TOTAL DE COSTOS SOCIALES DURANTE INVERSIÓN	4,642,422

NOTA: Se supone valor de desecho igual a cero.

* Nótese que los precios sociales de este cuadro corresponden a los precios de mercado presentados en el Cuadro N° 7 ajustados con los factores de conversión de precios de mercado a precios sociales de cada uno de los conceptos que calculamos hipotéticamente en los ejemplos anteriores.

CUADRO N° 11
PROGRAMA ECONÓMICO DE OPERACIÓN VALORADO A PRECIOS SOCIALES *
 (Unidades monetarias constantes)

Conceptos	Horizonte de Planeación																			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Materiales y materiales	39,407	40,026	41,452	42,883	45,641	46,882	47,706	48,776	49,829	50,885	51,944	53,005	54,069	55,134	56,201	57,268	59,070	60,150	61,239	62,261
Combustible	46,795	48,006	49,223	50,448	54,199	55,634	56,675	57,922	59,172	61,683	62,944	64,206	66,471	66,471	66,738	68,006	70,074	71,428	72,720	73,932
Mano de obra directa	57,421	58,906	60,402	61,904	66,505	68,022	69,545	71,074	72,608	74,147	75,689	77,236	78,785	80,338	81,892	83,448	85,986	87,647	89,233	90,720
Otros salarios y prest.	16,888	17,325	17,765	18,207	19,560	20,007	20,454	20,904	21,355	21,808	22,262	22,716	23,172	23,629	24,086	24,543	25,200	25,779	26,245	26,862
Gastos varios	5,650	5,775	5,922	6,069	6,520	6,669	6,815	6,968	7,118	7,269	7,421	7,572	7,724	7,876	8,029	8,181	8,430	8,593	8,748	8,894
TOTAL COSTOS DE OPERACIÓN	166,140	170,440	174,764	179,111	192,426	196,815	201,196	205,643	210,082	214,533	218,999	223,473	227,956	232,448	236,946	241,446	246,789	253,596	258,185	262,490
Costos indirectos	6,000	6,474	6,986	7,774	9,000	10,267	11,575	12,925	14,318	15,756	17,238	18,767	20,345	21,971	23,647	25,374	27,127	29,276	31,349	33,639
Extraneidades	14,106	14,350	14,598	14,851	14,852	15,109	15,371	15,637	15,907	16,182	16,462	16,747	17,037	17,332	17,632	17,937	18,247	18,563	18,884	19,211
TOTAL DE COSTOS SOCIALES DURANTE OPERACIÓN	186,246	191,264	195,948	201,736	216,278	222,191	228,142	234,205	240,307	246,471	252,699	258,987	265,338	271,751	278,225	284,751	294,263	301,375	308,418	315,339
Beneficios directos	1,377,875	1,400,674	1,423,850	1,447,410	1,471,360	1,495,706	1,520,455	1,545,613	1,571,188	1,597,186	1,623,614	1,650,480	1,677,789	1,705,551	1,733,772	1,762,461	1,791,623	1,821,249	1,851,405	1,882,039
Beneficios indirectos	76,778	78,118	79,458	80,846	82,235	83,673	85,111	86,550	88,087	89,576	91,112	92,700	94,286	95,923	97,610	99,198	100,812	102,452	104,119	105,813
TOTAL BENEFICIOS SOCIALES	1,454,653	1,478,792	1,503,308	1,528,256	1,553,595	1,579,379	1,605,566	1,632,163	1,659,275	1,686,762	1,714,726	1,743,180	1,772,075	1,801,474	1,831,382	1,861,659	1,892,435	1,923,721	1,955,523	1,987,852

* Obsérvese que el programa de operación inicia en el año 1 (2011), que es cuando se concluye la inversión. Y los precios de mercado presentados en el Cuadro N° 8, han sido convertidos a precios sociales, mediante la aplicación de los factores obtenidos en los ejemplos de explicación de los precios sociales de este capítulo. Además se han incluido efectos indirectos y externalidades.

CUADRO N° 12
BENEFICIOS NETOS SOCIALES CON PROYECTO *
 (Unidades monetarias constantes)

Conceptos	Horizonte de Planeación																				
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
BENEFICIOS NETOS SOCIALES CON PROYECTO*	-4642,022	1,288,407	1,289,528	1,307,360	1,326,520	1,337,317	1,357,188	1,377,424	1,397,958	1,418,868	1,440,291	1,462,028	1,484,192	1,506,737	1,529,724	1,553,157	1,576,901	1,598,172	1,622,346	1,647,105	1,672,512

* Son iguales a los beneficios sociales menos los costos sociales.

CUADRO N° 13
PROGRAMA DE OPERACIÓN SIN PROYECTO: Sistema Actual Optimizado *
(Unidades monetarias constantes)

Conceptos	Horizonte de Planeación																						
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20		
Inversiones para optimizar	60,046																						
Costos de operación		356,604	356,604	356,604	356,604	356,604	356,604	356,604	356,604	356,604	356,604	356,604	356,604	356,604	356,604	356,604	356,604	356,604	356,604	356,604	356,604	356,604	
Extrapolados		126,008	102,753	104,562	106,403	108,276	110,182	112,122	114,096	116,105	118,149	120,229	122,345	124,499	126,690	128,921	131,190	133,500	135,850	138,241	140,674		
Costos indirectos		157,922	169,608	182,159	195,659	210,116	225,664	242,320	260,005	279,568	300,255	322,074	346,336	371,964	399,489	429,051	460,600	492,530	501,198	501,198	510,019	518,995	
TOTAL COSTOS SOCIALES		640,534	628,965	643,325	658,646	674,996	692,450	711,096	731,005	752,271	775,008	799,307	825,285	853,067	882,785	914,576	948,594	982,631	993,652	1,004,864	1,016,273		
Beneficios directos		1,294,887	1,294,887	1,294,887	1,294,887	1,294,887	1,294,887	1,294,887	1,294,887	1,294,887	1,294,887	1,294,887	1,294,887	1,294,887	1,294,887	1,294,887	1,294,887	1,294,887	1,294,887	1,294,887	1,294,887	1,294,887	
BENEFICIOS NETOS SOCIALES Sin Proyecto	430,446	654,353	665,922	651,562	636,241	619,891	602,437	583,791	563,882	542,610	519,879	495,580	469,602	441,820	412,004	380,311	346,293	312,253	301,235	290,023	278,614		

* Obsérvese que los beneficios y costos de este cuadro corresponden a la estimación de lo que sucedería si el proyecto de agua potable no se llevara a cabo, suponiendo que al servicio actual se le hacen los arreglos necesarios para mejorar su funcionamiento.

CUADRO 14
BENEFICIOS NETOS SOCIALES ATRIBUIBLES AL PROYECTO *
(Unidades monetarias constantes)

Conceptos	Horizonte de Planeación																						
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20		
Beneficios Netos Con Proyecto	-4,624,422	1,288,407	1,287,528	1,307,360	1,326,520	1,337,317	1,357,188	1,377,424	1,397,958	1,418,988	1,440,291	1,462,028	1,484,192	1,506,737	1,529,724	1,553,157	1,576,901	1,598,172	1,622,346	1,647,105	1,672,512		
Menos																							
Beneficios Netos Sin Proyecto (Situación Actual Optimizada)	-630,446	654,353	645,922	651,562	636,241	619,891	602,437	583,791	563,882	542,610	519,879	495,580	469,602	441,820	412,004	380,311	346,293	312,253	301,235	290,023	278,614		
BENEFICIOS NETOS ATRIBUIBLES AL PROYECTO	-4,011,976	614,054	627,606	655,799	690,279	717,426	754,752	793,633	834,076	876,358	920,412	966,448	1,014,590	1,064,917	1,117,620	1,172,846	1,230,609	1,285,919	1,327,111	1,357,082	1,393,898		

* Nótese que únicamente el incremento en beneficios netos (beneficios menos costos) se le debe atribuir al proyecto, ya que al monto de beneficios netos de la situación sin proyecto se obtendrán aún sin el proyecto, pues de no ser así se cometería el error de sobreestimar los beneficios netos del proyecto.

En el caso del flujo de beneficios y costos de la situación actual optimizada, las externalidades y costos indirectos tienen un gran incremento debido a que al ser insuficiente la capacidad instalada del sistema actual aún optimizado para satisfacer la demanda de agua, habrá cada vez más consumidores que tratarán de abastecer del líquido mediante otros sistemas artesanales; además de que se desalentaría la actividad económica, provocándose inclusive, la fuga o emigración de los entes económicos.

1.2.6. Indicadores de Rentabilidad

Los indicadores para medir la rentabilidad de los proyectos de agua potable y determinar su bondad, tanto en la evaluación financiera como en la económica y social, son el Valor Actual Neto (VAN), que es igual al Valor Actual de los Beneficios (VAB) menos el Valor Actual de los Costos (VAC) del proyecto durante su vida útil.¹⁷ Así como la Tasa Interna de Retorno (TIR), que es igual a la tasa de descuento que hace igual a cero el VAN. (Ver Capítulo 2, apartado 2.1. de la Sección I, de este documento)

Continuando con nuestro ejemplo tendríamos que en el caso de la **evaluación financiera**, dada la forma en que se estimó la tarifa por metro cúbico de agua potable, en que el organismo operador es el que determina según sus pretensiones la rentabilidad que espera del proyecto además de asegurar la cobertura de sus costos privados. Al aplicar a los beneficios netos el indicador del VAN con la tasa de descuento de 10% seleccionada por el organismo operador del servicio, el resultado será cero, lo que quiere decir que desde la perspectiva privada el proyecto es rentable y que la TIR es igual a la tasa de descuento privada (10%), que dicha TIR también nos puede indicar, para la evaluación privada, la máxima tasa de interés que el proyecto puede soportar si se financia con un préstamo.

Respecto a la **evaluación económica**, si utilizamos la hoja de cálculo de Excel, el VAN de los Beneficios Netos Económicos del Proyecto mostrados en el Cuadro N° 9, nos da como resultado 4´086,445 Unidades Monetarias, y una TIR de 23.85%. Lo que indica que el proyecto desde el enfoque económico es rentable en 23.85%, ya que arroja una ganancia económica (sin contemplar las transferencias financieras) equivalente al monto del VAN (4´086,445 Unidades Monetarias).

Ahora, para la **evaluación socioeconómica**, si aplicamos una tasa social de descuento del 12%,¹⁸ el **VAN Social** del proyecto de nuestro ejemplo resulta

17 *En la evaluación de proyectos de agua potable, el horizonte de planeación para la evaluación normalmente considerado es de entre 15 a 20 años, que equivale al período de previsión del proyecto.*

18 *Tasa Social de Descuento de México, publicada en (MEIXUEIRO, 2008, pág. 7), autorizada por la Secretaría de Hacienda y Crédito Público.*

1'894,784 Unidades Monetarias, lo que representa que en ese monto se hará más rica la sociedad de la localidad donde se pretende realizar el proyecto, si éste se lleva a cabo. Por su parte la **TIR Social** sería del **18.49%**, lo que indica que el proyecto tiene una rentabilidad social de ese porcentaje, el cual, al ser mayor que la tasa social de descuento, también muestra que es conveniente la ejecución del proyecto.

1.2.7. Momento Óptimo de la Inversión

Dado que los beneficios de los proyectos de agua potable están en función del tiempo calendario, es decir, la demanda por agua potable crece a una tasa normal o vegetativa, o sea que los beneficios aumentan conforme crece la población beneficiada. Si se posterga la ejecución de un proyecto de agua potable, también se postergan los beneficios que éste produce; entonces, existe un período en el que si se inicia la inversión el VAN será máximo, siendo por lo tanto el momento óptimo de ejecutar el proyecto.

Un indicador del momento óptimo de inversión, como se vio anteriormente en el Capítulo 2, apartado 2.2.1., de la Sección I, de este documento, es la Tasa de Rendimiento Inmediato (TRI). Con la cual, recordemos que el criterio para determinar cuándo es el momento óptimo de inicio, es cuando la TRI es mayor o igual que la tasa de descuento vigente ($TRI \geq i$).

EJEMPLO: Cálculo del momento óptimo.

TRI Socioeconómica

$$TRI_S = \frac{614,054}{4'011,976}$$

$$TRI_S = 15.3\%$$

Por lo que el momento óptimo de inicio del proyecto desde la perspectiva socioeconómica es inmediatamente, pues la TRI calculada con los Beneficios Netos del año 1 ya es mayor que la tasa social de descuento (12%), de lo contrario se seguirían perdiendo beneficios netos para la sociedad.

TRI Financiera

$$TRI_F = \frac{488,571}{4'602,863}$$

$$TRI_F = 10.6\%$$

Lo que quiere decir que al organismo operador del servicio de agua potable en lo particular, es decir, desde el punto de vista privado, le convendría emprender el proyecto hasta el año 6 (2016), pues sería hasta entonces cuando la TRI Financiera sería mayor que su tasa de descuento privada del 10%. No obstante, en un proyecto público para el servicio de agua potable debe prevalecer el interés social, por lo que los indicadores de rentabilidad que conviene que consideren las autoridades gubernamentales en la toma de decisiones son los socioeconómicos.

1.2.8 Tamaño Óptimo de la Inversión

Esta es una etapa posterior a la decisión de realizar la inversión y en qué momento, la cual tiene el objetivo de determinar el período de previsión óptimo, es decir, el número de años en que el proyecto de agua potable cubrirá la demanda que se va generando. Por lo general, veinte años constituyen el horizonte de planeación para la evaluación de un proyecto de agua potable y la dimensión de la obra (tamaño) se sensibiliza suponiendo períodos de previsión de 10, 15 y 20 años, a partir de los cuales en adelante, el sistema no tendrá capacidad para abastecer a los nuevos usuarios que se incorporen sin deteriorar el servicio para los usuarios antiguos. De estas alternativas de tamaño de la obra se elige aquella que maximice el VAN, o bien, teóricamente el tamaño óptimo de la inversión se define como aquel cuando el valor actual de la inversión marginal es igual al valor actual del beneficio neto (beneficios - costos) marginal. (Ver Capítulo 2, apartado 2.2.2., de la Sección I, de este documento)

1.2.9. Selección de Alternativas

En lo que a proyectos de agua potable se refiere, existen diversas técnicas y materiales para la construcción de un sistema de agua potable que se pueden utilizar para resolver un problema de abastecimiento del líquido (tubos de hierro dúctil, asbesto o PVC; captaciones y/o distribución subterráneas o superficiales; etc.), las cuales dependiendo de las características del lugar donde se haga la instalación incurrir en diferentes costos, y generan los mismos beneficios (abastecer de agua potable a la población), por lo tanto, para seleccionar entre alternativas de proyecto de agua potable que presenten las características

señaladas, se emplea el “**Principio Costo - Eficiencia**”, el cual consiste en seleccionar la alternativa de mínimo costo, para lo que se utilizan los indicadores del “Valor Actual de los Costos (VAC)”, si el horizonte de planeación (la vida útil evaluada) es la misma para todas las alternativas; o el “Costo Anual Equivalente (CAE)”, si su horizonte de planeación es diferente. Si es que existen diferencias significativas en los beneficios que se generan entre alternativas, entonces el indicador que se debe utilizar en la selección es el “Valor Actual Neto (VAN)”, si el horizonte de planeación es igual; o el “Valor Anual Equivalente (VAE)”, si su horizonte de planeación es diferente.

El criterio de selección de alternativas de proyecto mediante los indicadores del VAC y el CAE, es elegir el menor resultado de ellos; y con los indicadores del VAN y el VAE, es elegir el mayor resultado. (Ver Capítulo 2, apartado 2.1.2., de la Sección I, de este documento)

1.2.10. Sensibilización

Es conveniente para el análisis de la inversión en el servicio de agua potable, que para la evaluación tanto financiera como socioeconómica, se incrementen los costos más representativos de los proyectos y/o se decrementen los beneficios en proporciones en que exista posibilidad de ocurrencia. Esto con el fin de internalizar en los proyectos de una forma sencilla, el riesgo de las variaciones en las estimaciones y proyecciones del flujo de beneficios netos. Y, si aún así resulta rentable el proyecto habría mayor confianza en su ejecución. Si no, los responsables de la ejecución del proyecto sabrán el riesgo existente, el cual tendrá influencia en su decisión, dependiendo de su repulsión al riesgo.

1.3. EL CASO DE PROYECTOS DE INVERSIÓN PARA EL SERVICIO DE AGUA POTABLE RURAL.

La evaluación de los proyectos de agua potable rural se asemeja a la de los proyectos urbanos, pues al igual que esta última, se efectúa bajo un enfoque financiero, económico y social, aunque dándole aún mayor prioridad a la evaluación social debido a que la relevancia de este tipo de proyectos se centra en su capacidad de impulsar el desarrollo de una zona rural y su impacto al exterior. En este apartado describiremos algunas de las características peculiares de los proyectos de inversión en el servicio de agua potable rural, que deben considerarse en su evaluación y análisis de la conveniencia de su ejecución.

1.3.1. Tipos de Proyectos de Agua Potable Rural.

A) Instalación del servicio.

Este tipo de proyecto consiste en reemplazar el sistema de abastecimiento de la comunidad rural en estudio, el cual por lo general es de tipo artesanal o natural; y comprende desde las obras de captación del agua de fuentes subterráneas o superficiales de abastecimiento, la conducción, el almacenamiento, desinfección y distribución, en el que se pudiera incluir también las conexiones domiciliarias y sus respectivos medidores.

B) Mejoramiento del servicio.

En este tipo de proyecto se reemplazan del sistema de agua potable existente aquellos elementos que se encuentren en mal estado y como consecuencia disminuyen la calidad y eficiencia del servicio; y pueden ser tales como la reposición de conducciones, bombas para elevación, reacondicionamiento de captación, mejoramiento de estanques, etc.

C) Ampliación del servicio.

Si en la comunidad rural en estudio se diagnosticó como problema un déficit de oferta por la incapacidad de la infraestructura existente para satisfacer los requerimientos de la demanda, se debe plantear el objetivo de aumentar la oferta del servicio mediante la implementación de un proyecto de integración de un número mayor de fuentes de abastecimiento, la ampliación de conducciones, estanques, redes de distribución, conexiones, etc., dependiendo del elemento o elementos del sistema que se identifiquen como causa del problema.

D) Reposición del servicio.

Se piensa en un proyecto de reposición o renovación del servicio de agua potable rural, cuando el sistema existente o parte de él está por finalizar o finalizó su vida útil económica, por lo que consiste en el cambio total o parcial de la infraestructura de agua potable rural actual, con cambio o sin él de la capacidad instalada y la calidad del servicio; comprendiendo entonces, desde la construcción de una nueva captación, hasta la construcción de una nueva red de distribución.

1.3.2. Análisis de Oferta y Demanda

En el análisis de oferta se estudia la situación actual del sistema de abastecimiento existente, para describir la forma de obtención de agua y su cantidad e identificar los

recursos empleados para ello y sus montos; esto con el fin de cuantificar el costo del agua puesta en la vivienda en que incurre la población, que medida con unidades monetarias determinarían el precio que la comunidad está pagando por la cantidad de agua que consume con el sistema actual. Este precio representa entonces, la disposición máxima a pagar de la población por disponer del agua, o el precio de la fuente alternativa al proyecto de abastecimiento de agua; al cual se le puede denominar “precio límite”. Por lo que si se piensa en un proyecto de agua potable para una comunidad rural, el precio del proyecto no debe exceder el precio límite; de lo contrario, la población rechazaría el proyecto y preferiría seguirse abasteciendo con el sistema actual.

Para el análisis de demanda se detecta la cantidad de agua que la comunidad consume al precio límite estimado en el análisis de oferta; y para realizar las proyecciones de demanda de la situación actual sin proyecto al igual que en las proyecciones de demanda del agua potable urbana, la población y su tasa de crecimiento son las variables relevante que para simplificar se puede considerar como única para obtener resultados aproximados de la demanda futura de agua. Esto tiene el objetivo de determinar el aumento de requerimiento de agua por la población para cuantificar el aumento de costos en que incurrirán y si la oferta del sistema actual se agotará o dejará insatisfecha a parte de la demanda.

El análisis de la demanda con proyecto de agua potable en una comunidad rural, sería diferente al de un proyecto urbano, en cuanto a que la base del consumo por habitante que se tendría sería la del sistema actual, que ciertamente al ejecutarse un proyecto de agua potable cuyo precio va a ser menor, la cantidad demandada tenderá a aumentar; por lo que puede ser útil para estimar el comportamiento de la demanda de agua potable con proyecto en una comunidad rural, la observación de casos similares en que se tomen como base datos reales de sistemas en operación.

1.3.3. Determinación de la Tarifa del Proyecto

En el caso de un proyecto de agua potable rural, la determinación de la tarifa por unidad de agua resulta más sencilla, debido a que no es necesario subdividir el proyecto en partes, dado que los costos del proyecto a través del tiempo, se pueden repartir en términos iguales por unidad de agua consumida entre la población, ya que por lo general no existen diferencias materiales en ninguna de las etapas del proyecto para los sectores de una comunidad rural. Este precio (tarifa) debe ser capaz de financiar los costos de operación y mantenimiento (incluyéndose en ellos la porción de un fondo para la reposición de equipos) y recuperar la inversión con

cierta rentabilidad, por lo que la fórmula para determinar la tarifa por proyecto de agua potable rural es también:

$$T = \frac{\sum_{t=0}^n \frac{I_t}{(1+r)^t} + \sum_{t=1}^n \frac{Ctop_t}{(1+r)^t} - \sum_{t=1}^n \frac{VD_t}{(1+r)^t}}{\sum_{t=1}^n \frac{q_t}{(1+r)^t}}$$

donde,

T = Tarifa por metro cúbico.

I_t = Inversión del año t.

Ctop_t = Costos de operación del año t.

VD_t = Valor de desecho (residual) del año t.

q_t = Cantidad en metros cúbicos de agua consumida en el año t.

r = La rentabilidad mínima esperada del proyecto de agua potable.

1.3.4. Identificación de Beneficios

Financieros

Son los ingresos monetarios del organismo operador del sistema de agua potable que se generan con el proyecto por el cobro de los derechos de agua a los usuarios o consumidores.

Sociales

Son aquellos que la comunidad percibe debido al mayor consumo de agua, a la mejora del nivel de vida de sus habitantes y al ahorro de tiempo y molestias.

Si el nuevo sistema de agua potable tiene la capacidad de ofrecer a la comunidad una mayor cantidad de agua, se refleja como beneficio social en una mayor satisfacción de necesidades (primarias y secundarias), es decir, se cuenta con agua para otros usos que otorgan un mayor goce a los miembros de la comunidad; en tanto que el menor costo se refleja como beneficio social porque existen recursos que se emplean en el sistema actual, que con el proyecto serán liberados y se podrán utilizar en otras actividades económicas que generen producción.

Estos beneficios se pueden medir por el valor que los consumidores le asignan al agua suministrada, que como indicamos anteriormente, es el precio límite que

pagan los consumidores sin el proyecto. La manera de llegar a cuantificar ese precio límite, puede ser, en el caso de que el suministro actual de agua sea intenso en el factor mano de obra porque la comunidad acarrea el líquido de un río a sus hogares, determinando cuál es el tiempo medio que la comunidad emplea para realizar esa actividad y valorándolo al precio social de la mano de obra por unidad de tiempo. Pues con el proyecto, ese tiempo empleado sin proyecto en los acarreo de agua, los integrantes de la comunidad podrán utilizarlo en otras actividades que generarían otros beneficios sociales o en el ocio que también es un beneficio, ya que los individuos pagan por él lo que dejan de ganar por no trabajar en ese tiempo.

Puede ser que el proyecto de agua potable ocasione otros beneficios indirectos, tales como el establecimiento de empresas, industrias, o alguna otra actividad productiva que impulse mayormente el desarrollo de la comunidad. Pero para atrevernos a cuantificar y valorar dichos beneficios atribuidos a un proyecto de agua potable en una zona rural, debe ser porque existe el pleno conocimiento de que una de esas actividades productivas demanda su establecimiento en la comunidad bajo la condicionante del agua potable; de lo contrario sería divagar en la esperanza de que el proyecto atraería otras actividades económicas a la comunidad.

Además de los beneficios enunciados, se provocan otros beneficios sociales de difícil cuantificación (beneficios intangibles), tales como las mejores condiciones sanitarias de la comunidad debidas al aumento de la cantidad de agua.

1.2.5. Identificación de Costos

Financieros

Son todos los recursos que se necesita utilizar para los estudios, diseños, construcción, puesta en marcha y operación del proyecto de agua potable rural, tales como materiales, maquinaria, equipos y mano de obra, valorados a precios de mercado e incluyendo las transferencias monetarias como impuestos, y gastos financieros.

Sociales

Estos son los costos privados mencionados valorados a precios sociales y descontados todos los impuestos y gastos financieros; además de incluir externalidades que pudiera provocar el proyecto, tales como contaminación por la evacuación y disposición final de una mayor cantidad de aguas servidas, o de ser viable, por su tratamiento que se debe internalizar en el proyecto si el costo de evitar

la contaminación con el tratamiento de las aguas servidas es menor que el costo de la contaminación.

1.3.6. Indicadores de Rentabilidad

Es recomendable que para el análisis de rentabilidad de los proyectos de agua potable rural se utilice un horizonte de planeación para la evaluación de 20 años, que equivaldría al período de previsión del proyecto, teniendo que considerar el reemplazo de equipos que cumplen su vida útil durante este horizonte.

Durante ese horizonte, a los flujos de beneficios netos (Beneficios-Costos) ya sean financieros o sociales del proyecto, se les aplican los indicadores de la rentabilidad del VAN (Valor Actual Neto), para determinar el monto en unidades monetarias en que el organismo operador o la sociedad se enriquecen o empobrecen si realizan el proyecto de agua potable rural en lugar de otro u otros proyectos que le generarían cierta utilidad; y la TIR (Tasa Interna de Rendimiento), para determinar el porcentaje de ganancia que se obtendría del proyecto. Si el VAN financiero y social son positivos o iguales a cero conviene ejecutar el proyecto; y si la TIR es mayor que la tasa de descuento conviene ejecutar el proyecto.

Para la selección de alternativas de proyecto o alternativas de alguna de las partes del proyecto (selección de fuente de suministro, en caso de que existan varias opciones, de tipos de materiales y equipos; entre diseños; etc.) se aplican los criterios del VAC (Valor Actual de los Costos), con el que se selecciona la alternativa de menor VAC.

CAPÍTULO 2

Proyectos de Inversión en Alcantarillado Público

El alcantarillado es un servicio público complementario del servicio de agua potable, el cual consiste en el desalojo, conducción y disposición final de las aguas servidas y los desechos, a lugares convenientes tanto técnica como económicamente, para que se les pueda tratar, y posteriormente, asignar su reuso o vertido en los cauces naturales sin que se ocasione la degradación del medio ambiente y con ello se logre la preservación de los recursos naturales. Además, un sistema de alcantarillado tiene la función de servir como drenaje de las aguas de lluvia (drenaje pluvial), con el objetivo de impedir inundaciones en el lugar de que se trate, y de ser posible, dirigir esas aguas a algún uso productivo (preferentemente).

El alcantarillado público, puede desempeñar dichas funciones mediante un solo sistema (sistema mixto), en el que tanto las aguas servidas como las aguas de lluvia se desalojen mezclándose entre sí; o mediante dos sistemas independientes (el sistema de desalojo de aguas servidas y el sistema de drenaje pluvial), con el cual se realiza cada función separadamente con el fin de impedir la mezcla de las dos aguas y tratar de ahorrar costos en el tratamiento de las aguas, estando sujeto a evaluación determinar cuál de estas dos alternativas de sistemas de alcantarillado público es más conveniente.

Por lo que se ha dicho, el objetivo principal de un sistema de alcantarillado público es evitar la acumulación de agua que desechan los habitantes de una población y que aporta la naturaleza; pues si se acumula se generan focos de infección contaminantes del medio ambiente, ya que gran parte de estos residuos líquidos y sólidos están compuestos de materias orgánicas que entran en descomposición y microorganismos patógenos que producen enfermedades como la tifoidea, la diarrea, hepatitis, cólera y otras, que perjudican a las poblaciones por la pérdida de recursos humanos productivos, ya sea total, debido a que las enfermedades pueden ser causa de muerte, o momentánea, por las horas de trabajo productivo que son sustituidas por horas de rehabilitación de los enfermos, y otros costos socioeconómicos, como el empleo de recursos para aliviar a los enfermos (hospitales, médicos, enfermeras,

medicamentos, etc.) y las molestias que provocan los malos olores y el mal aspecto que expiden los cúmulos de agua en una población, además de que deterioran los terrenos y sirven de cultivo de plagas.

La cantidad generada de aguas servidas por la población tiene un vínculo directo con el tipo de abastecimiento de agua potable, ya que al existir en dicha población un sistema de agua potable que beneficie a un mayor número de habitantes, es también mayor la cantidad de agua servida a eliminar, ya que cuando se dispone de agua potable se incentiva a la mejora de las instalaciones sanitarias de las viviendas, agudizándose así el problema de la acumulación de aguas. Pues si la población no cuenta con un sistema público de evacuación de aguas servidas, de cualquier forma eliminará de sus domicilios los desechos líquidos, ya sea en acequias o simplemente a la calle, si se utilizó el agua en quehaceres domésticos como lavar, cocinar y otros; y el resto que contiene residuos humanos en pozos negros o letrinas y, en escasas ocasiones en sistemas de fosa séptica, que representan inversiones individuales e implícitamente costos sociales por el empleo de recursos, sin satisfacer las necesidades sanitarias de una población, sino al contrario, fomentando la acumulación de aguas, por lo que dependiendo de la cantidad de habitantes el problema es más grave. En consecuencia, a cierta cobertura de agua potable, se hace indispensable proporcionar un sistema de alcantarillado que complemente el servicio.

Por lo anterior, es evidente la necesidad de emplear recursos para evacuar las aguas servidas de una población, pues los beneficios que generan los proyectos de alcantarillado son enormes y se derivan del ahorro de los costos de la situación sin proyecto, por ende, estos beneficios son de difícil cuantificación (a excepción del ahorro en costos de mantenimiento y limpieza de los sistemas existentes), es decir, se pueden identificar, sabemos cuáles son, pero no se pueden contar exactamente y mucho menos medirlos monetariamente, ya que influyen en la salud y en la calidad de vida de la población, factores que no sólo dependen de un buen sistema de alcantarillado, sino que también del mismo servicio de agua potable, la educación, la alimentación, etc. Por lo tanto, cuando se cumplen en una población ciertas características, como cobertura de agua potable y concentración de población, se supone que un proyecto de alcantarillado público es rentable socialmente.

Pero esos beneficios mencionados pueden ser alcanzados a diferentes costos, es decir, existen varias alternativas para proyectos de alcantarillado (diferentes materiales, si las redes y/o colectores serán superficiales o subterráneos, si habrá o no plantas de tratamiento, el lugar de disposición final, la trayectoria de las redes, etc.); y conforme se logre que sean menores los costos en que incurra el proyecto, mayor será su rentabilidad; por ello, para los proyectos de alcantarillado se debe

seleccionar la mejor alternativa bajo el “**principio costo-eficiencia**”, esto es, elegir la alternativa de proyecto de menor costo, utilizando los criterios del Valor Actual de los Costos (VAC) o el Costo Anual Equivalente (CAE).

2.1. TIPOS DE PROYECTOS

El servicio de alcantarillado público está conformado por un sistema complejo, que para cumplir con sus objetivos de desalojar las aguas servidas y de reducir su acumulación, se integra de los siguientes componentes:

- * **Red secundaria.-** la cual recolecta las aguas servidas producidas por los usuarios del sistema y las conduce a la red primaria.
- * **Red primaria.-** la que constituye la liga entre la red secundaria y los colectores.
- * **Colectores.-** los cuales desalojan fuera de la población las aguas servidas.
- * **Plantas de Bombeo.-** las que sirven para elevar las aguas servidas en los casos que las condiciones del suelo no sean las propicias para el desagüe por gravedad.
- * **Emisarios.-** éstos evacúan las aguas servidas a cierta distancia lejos de la población.
- * **Plantas de tratamiento.-** las que sirven para reducir los contaminantes que las aguas servidas portan, antes de que se les dé otro uso o se disponga en los cuerpos receptores (lagos, lagunas, ríos o mar).

Dependiendo de la situación que se presente en un sistema de evacuación de aguas servidas de una población, ya sea artesanal o alcantarillado, se pueden incorporar o mejorar algunos o todos los componentes mencionados para darle solución, por lo que se pueden distinguir los siguientes tipos de proyectos:

A) Construcción de un sistema de alcantarillado.

Este tipo de proyectos consiste en incorporar el servicio de alcantarillado a una población desprovista completamente de él, en el que se incluyen la totalidad de los componentes del sistema empezando por las redes de recolección hasta la disposición final.

B) Proyectos de instalación de redes de alcantarillado con uniones domiciliarias.

Este consiste en proporcionar el servicio de alcantarillado a parte de una población que se le ha conectado al sistema, verificando que la capacidad de evacuación de

aguas servidas del sistema en el que se conectará la nueva red de alcantarillado, sea suficiente y no se provoquen problemas a los otros usuarios del sistema existente.

C) Aumento de capacidad de los colectores existentes.

Este tipo de proyecto permite mejorar el servicio de alcantarillado, aumentando la capacidad de los colectores cuando los requerimientos de evacuación de aguas servidas han excedido su capacidad instalada, ya sea por aumento del consumo de agua potable de la población o por la incorporación de nuevos usuarios al servicio. Claro es, que habría que analizar si el aumento de la capacidad de los colectores no provoca daños a la disposición final de aguas servidas, porque de ser así se tendría que integrar al proyecto otro proyecto de tratamiento de aguas servidas o de sustitución del cuerpo receptor.

D) Planta de bombeo de aguas servidas.

Se incorpora a un sistema de alcantarillado este tipo de proyectos, cuando debido a las condiciones del suelo no sea propicio elevar las aguas servidas por gravedad; o se amplían las plantas de bombeo ya existentes, cuando por el aumento en el volumen de las aguas servidas ya no sean capaces de elevarlas hasta el punto de descarga; y se renuevan cuando la vida útil de la planta existente ha llegado a su fin.

E) Construcción o ampliación de planta de tratamiento.

Se justificará la ejecución de este tipo de proyecto cuando el nivel de contaminación de los cuerpos receptores es tal, que las demás actividades productivas que dependen de ellos y la salud pública se ven afectadas con costos mayores a los costos de ejecutar el proyecto.

F) Construcción de emisarios.

Este tipo de proyectos es común en los casos que el cuerpo receptor de aguas servidas es el mar y el nivel de contaminación de las playas a causa de ello excede los niveles máximos permitidos, entonces con el fin de alejar de las playas el agua contaminada se construyen emisarios submarinos que lleven las aguas servidas a cierta distancia. Este sería un proyecto sustituto de la planta de tratamiento.

2.2 ESTUDIOS DE OFERTA Y DEMANDA

Con estos estudios se establecen las bases para el análisis y justificación de la necesidad social de las obras de alcantarillado, ya que con ellos se puede detectar

el problema (déficit del servicio), el factor que lo causa y la magnitud de éste, para entonces tratar de darle la mejor solución.

2.2.1. Estudio de Demanda

Como anteriormente mencionamos, el servicio de alcantarillado está vinculado al servicio de agua potable, es decir, son mercados relacionados en tanto el alcantarillado público es un servicio complementario al servicio de agua potable; ya que si se aumenta el consumo de agua potable en una población, también aumenta la necesidad de evacuarla una vez que ha sido usada y, por ende, los requerimientos de mejora del sistema de alcantarillado. Entonces, al aumentar la demanda de agua potable de una población, debido a que se realizó un proyecto de agua potable que ofrece una mayor cantidad del líquido a menor precio, se provoca un aumento en la demanda del servicio de alcantarillado.

Por lo tanto, para estimar la demanda futura del servicio de alcantarillado, al igual que en el caso del agua potable, la población y su tasa de crecimiento son las variables relevantes, que se pueden suponer únicas para proyectar la demanda. Usualmente, el procedimiento, para estimar las cantidades demandadas del servicio de alcantarillado por periodo, es tomar como base las cantidades estimadas de demanda del agua potable corregidas con un factor, que normalmente va de 0.7 a 0.8, ya que aproximadamente del 70% al 80% del agua surtida se descarga en el alcantarillado y el resto se evapora.

2.2.2. Estudio de Oferta

El análisis de oferta consiste en hacer un estudio del sistema actual de evacuación de aguas servidas desde un punto de vista físico y operativo, con el fin de conocer la infraestructura existente y su capacidad instalada, para posteriormente confrontar los resultados obtenidos de este estudio con los resultados del estudio de demanda, y así constatar si es suficiente y eficiente el sistema actual para satisfacer la demanda sin causar daños ni desperdiciar recursos.

Para realizar el estudio de oferta, se deben contemplar los siguientes aspectos:

- Cobertura actual del servicio
 - Descargas comerciales
 - Descargas domiciliarias
 - Descargas industriales

- Caudal de descarga

- Eficiencia del sistema
 - Antigüedad
 - Tipo y tiempo de mantenimiento
 - Tratamiento a las aguas servidas
 - La ubicación del cuerpo receptor (disposición final)

2.3. TARIFA

La tarifa del servicio de alcantarillado, al igual que la tarifa de agua potable, debe ser suficiente para cubrir tanto los costos fijos como los variables de producción, permitir recuperar la inversión y obtener una rentabilidad privada. Por lo que, para determinar la tarifa de cobro del servicio de alcantarillado, como en el caso del agua potable, es recomendable que se actualice el valor del flujo estimado de costos de cada proyecto en particular (con el propósito de cobrar justamente a los beneficiarios del proyecto), con la siguiente fórmula:

$$T = \frac{\sum_{t=0}^n \frac{I_t}{(1+r)^t} + \sum_{t=1}^n \frac{Ctop_t}{(1+r)^t} - \sum_{t=1}^n \frac{VD_t}{(1+r)^t}}{\sum_{t=1}^n \frac{q_t}{(1+r)^t}}$$

donde,

- T** = Tarifa por metro cúbico.
I_t = Inversión del año t.
Ctop_t = Costos de operación del año t.
VD_t = Valor de desecho (residual) del año t.
q_t = Cantidad en metros cúbicos de agua consumida en el año t.
r = La rentabilidad mínima esperada del proyecto de agua potable.

El cobro del servicio de agua potable y el de alcantarillado se puede efectuar en un mismo recibo, si es un solo organismo el que opera ambos servicios; pero como existe la posibilidad de que cada servicio sea administrado por diferentes organismos, y además son servicios diferentes aunque relacionados, se propone que el cálculo de la tarifa del servicio de alcantarillado se realice de manera independiente al del servicio de agua potable.

2.4. IDENTIFICACIÓN DE COSTOS

COSTOS PRIVADOS

Son todos aquellos costos, tanto por estudios y diseños como de inversión y operación en los que incurre el organismo operador de agua potable y alcantarillado

durante la vida útil del proyecto de alcantarillado. Dichos costos valorados a precios de mercado e incluyendo impuestos y gastos financieros.

COSTOS SOCIALES

Son los costos privados del proyecto, corregidos a precios sociales por sus respectivos factores de conversión (como se analizó en el caso del agua potable), descontando los impuestos y los gastos financieros y agregando las externalidades (por ejemplo, congestión del tránsito y paralización de la actividad económica durante las obras, entre otras que se pueden generar).

2.5. SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS DE PROYECTO

Como ya se dijo, la selección de alternativas de proyecto de alcantarillado se realiza aplicando el “*principio del costo-eficiencia*”, ya que los beneficios otorgados por cada alternativa son los mismos, pero incurriendo en diferentes costos, por lo que el interés es ejecutar aquella alternativa que minimice los costos. Para escoger la alternativa de menor costo es conveniente fraccionar en partes el proyecto de alcantarillado, para evaluar por componentes del proyecto cada una de las alternativas; (redes, colectores, plantas de tratamiento, etc.), y así, ir seleccionando los componentes del proyecto de menor costos (compatibles técnicamente) e integrar de esa forma la alternativa de proyecto de menor costo. Esto es, si el proyecto consiste en instalar el servicio o renovarlo. De esa manera podría ser que en algún componente del sistema no convenga cambiarlo, si es que la alternativa de menor costo resulta ser la alternativa de mantener la situación actual.

Los criterios de selección de alternativas son escoger las alternativas de menor **Valor Actual de los Costos (VAC)**, si las alternativas a seleccionar cuentan con igual duración de su vida útil; o la que obtenga menor **Costo Anual Equivalente (CAE)**, si la duración de la vida útil de las alternativas es distinta. (Ver Capítulo 2, apartado 2.1.2, de la Sección I de este documento)

EJEMPLO DE SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS

Supongamos un proyecto de aumento de capacidad de los colectores, para el cual existen tres alternativas, la instalación de tubos de PVC, tubos de concreto y Sección de Herradura coladas en sitios, las cuales, digamos que cuentan con una duración de 20, 25 y 30 años sucesivamente, y arrojan los siguientes costos: (Ver Cuadros N° 15, 16 y 17)

**CUADRO N° 15
ALTERNATIVA: TUBOS DE PVC *
(Precios Sociales en unidades monetarias constantes)**

Conceptos	Horizonte de Planeación																				
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
INVERSIÓN	3,500,000																				
COSTOS DE OPERACIÓN	600,000	609,828	620,020	630,280	640,709	651,310	662,087	673,042	684,179	695,500	707,008	718,707	730,599	742,688	754,977	767,469	780,168	793,077	806,220	819,540	
EXTERNALIDADES	800,000	60,983	62,002	63,028	64,071	65,131	66,209	67,304	68,418	69,550	70,701	71,871	73,060	74,269	75,498	76,747	78,017	79,308	80,620	81,954	
TOTAL COSTOS	4,300,000	660,000	670,921	682,022	693,307	704,779	716,441	728,296	740,347	752,597	765,050	777,770	790,771	803,659	816,957	830,475	844,216	858,185	872,385	886,820	901,494

* Datos hipotéticos.

**CUADRO N° 16
ALTERNATIVA: TUBOS DE CONCRETO *
(Precios Sociales en unidades monetarias constantes)**

Conceptos	Horizonte de Planeación																									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
INVERSIÓN	3,000,000																									
COSTOS DE OPERACIÓN	650,000	660,756	671,689	682,803	694,101	705,596	717,281	729,129	741,194	753,459	765,925	778,599	791,462	804,579	817,892	831,425	845,182	859,167	873,384	887,835	902,526	917,460	932,641	948,073	963,760	
EXTERNALIDADES	800,000	66,076	67,169	68,280	69,410	70,559	71,726	72,913	74,119	75,346	76,593	77,860	79,148	80,458	81,789	83,143	84,518	85,917	87,338	88,784	90,253	91,746	93,264	94,807	96,376	
TOTAL COSTOS	3,800,000	726,831	738,857	751,083	763,511	776,145	788,987	802,042	815,313	828,804	842,518	856,469	870,630	885,036	899,681	914,568	929,701	945,084	960,722	976,619	992,779	1,009,206	1,025,915	1,042,880	1,060,136	

* Datos hipotéticos.

**CUADRO N° 17
ALTERNATIVA: HERRADURA COLADAS EN SITIOS *
(Precios Sociales en unidades monetarias constantes)**

Conceptos	Horizonte de Planeación																														
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
INVERSIÓN	3,500,000																														
COSTOS DE OPERACIÓN	300,000	304,984	310,010	315,140	320,364	325,656	331,044	336,521	342,090	347,750	353,504	359,353	365,299	371,344	377,488	383,735	390,084	396,539	403,100	409,770	416,550	423,443	430,450	437,572	444,812	452,173	459,654	467,260	474,992	482,851	
EXTERNALIDADES	1,450,000	30,486	31,001	31,514	32,028	32,546	33,064	33,582	34,109	34,735	35,361	35,987	36,613	37,240	37,867	38,494	39,121	39,748	40,375	41,002	41,629	42,256	42,883	43,510	44,137	44,764	45,391	46,018	46,645	47,272	
TOTAL COSTOS	3,000,000	335,470	341,011	346,654	352,390	358,221	364,148	370,173	376,289	382,525	388,854	395,289	401,829	408,479	415,237	422,108	429,093	436,193	443,410	450,747	458,205	465,787	473,494	481,329	489,284	497,360	505,620	513,996	522,481	531,136	

* Datos hipotéticos.

Entonces, para seleccionar de entre nuestras alternativas de proyecto hipotéticas la mejor, obtengamos su CAE, ya que tienen diferente vida útil, suponiendo una tasa social de descuento del 12%.

ALTERNATIVA: TUBOS DE PVC

VAC= 8'715,523 Unidades Monetarias.

CAE= 1'152,542 Unidades Monetarias.

ALTERNATIVA: TUBOS DE CONCRETO

VAC= 9'016,574 Unidades Monetarias.

CAE= 1'141,966 Unidades Monetarias.

ALTERNATIVA: SECCIÓN DE HERRADURA COLADAS EN SITIOS

VAC= 7'112,182 Unidades Monetarias.

CAE= 879,678 Unidades Monetarias.

Como se puede observar en nuestro ejemplo, la alternativa que arroja un costo anual equivalente (CAE) menor, es la alternativa de sección de herradura coladas en sitios, por lo tanto, es la alternativa más conveniente, pues ésta incurrirá, si se ejecuta, en menores costos a través del tiempo que las otras alternativas; y de hacerlo así le ahorraría a la sociedad en términos actuales, el equivalente en recursos monetarios de la diferencia entre el CAE de esta alternativa y los CAE's de las otras alternativas al no ejecutarlas.

CAPÍTULO 3

Proyectos de Inversión en Pavimentación

La pavimentación de calles es un servicio público, que de acuerdo a las necesidades que satisface se clasifica en el rubro del desarrollo urbano, ya que éste constituye un conjunto de acciones orientadas a facilitar el tráfico vehicular y peatonal; mejorar las condiciones de salubridad al facilitar el escurrimiento del agua de lluvia evitándose encharcamientos, y disminuyéndose la contaminación por tolvaneras (polvo en suspensión); delimitar el uso de la calle y orientar el crecimiento de la mancha urbana. Todo esto encaminado a cumplir el objetivo de elevar el nivel de vida de la población a la que se beneficia con una obra de este tipo.

Normalmente, los proyectos de pavimentación consisten en la construcción, reparación y/o reposición del piso de las calles, incluyendo guarniciones o machuelos y opcionalmente las banquetas, por donde transitan los vehículos y los peatones, el cual puede ser de diferentes materiales, tales como asfalto, concreto hidráulico, adoquín, etc.

Este servicio público está señalado como una obligación del municipio por la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos en su artículo 115, fracción III, inciso g), en el que se establece que los servicios públicos de calles, parques y jardines, de los que la pavimentación forma parte, están a cargo de los municipios, (con el concurso de los estados cuando así fuere necesario y lo determinen las leyes). Por ello los municipios tienen que asignar parte de sus recursos en la prestación de dicho servicio, en forma eficaz y eficiente. Es decir, cuando la implementación de este servicio en una zona de la población represente la apertura de oportunidades para satisfacer el mayor número de necesidades posibles, el aumento de valor de las propiedades de los ciudadanos (incremento de la riqueza social o nacional), y el ahorro de costos de las actividades económicas cotidianas e incentivo a su incremento, logrado esto al menor costo posible: Garantizando así, el ahorro y buen uso de los recursos municipales.

Para que la inversión municipal en pavimentación se realice eficaz y eficientemente, se tiene que realizar una serie de estudios para justificar socioeconómicamente la

inversión, o sea, comprobar que el alcance de los beneficios sociales que generará al municipio en su totalidad, supere a los costos que implica; y financieramente, es decir, que existan los recursos suficientes para llevarla a cabo, o en su defecto, que sea susceptible la instrumentación de una estrategia para allegarse de los recursos necesarios. De esta manera se determinaría si es conveniente ejecutar un proyecto de pavimentación.

En este trabajo se describirá y explicará la metodología para realizar los estudios mencionados, con el fin de que sirva a las autoridades municipales para que cumplan con la obligación de prestar el servicio de pavimentación, de manera óptima y sin afectar sus finanzas.

Dicha metodología es la de la evaluación socioeconómica de inversiones en pavimentación, la cual, como se explicó en la Sección I de este documento, consiste en analizar todos los efectos positivos y negativos (beneficios y costos) que puede ocasionar al municipio, o en su caso al estado, una determinada obra de pavimentación, con el fin de comprobar si es conveniente al municipio en su conjunto destinar recursos para obtener los beneficios que promete generar el proyecto, esto es, verificar si los beneficios esperados de la pavimentación de una calle exceden considerablemente a los costos que implica su ejecución. Además, la evaluación socioeconómica consiste en seleccionar de entre las alternativas técnicamente posibles para efectuar la obra, aquella que incurra en los menores costos para el municipio durante toda la vida del proyecto.¹⁹

El proceso de análisis para la evaluación socioeconómica de proyectos de pavimentación, como en el caso de los demás tipos de proyectos, inicia con el análisis de la situación actual, para luego continuar con la revisión de alternativas técnicas de proyecto; la identificación, cuantificación y valoración de beneficios y costos socioeconómicos del proyecto; y concluye con el análisis de la conveniencia de implementar un proyecto de pavimentación y selección de la mejor alternativa técnica, mismo que a continuación se describe y explica.

3.1. ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL.

Para poder identificar la magnitud de los efectos que un proyecto de pavimentación produciría, se necesita tomar como base de su medición los efectos que se están provocando con las condiciones actuales de la calle a la que se piensa pavimentar,

19 Al hablar de municipio en la evaluación socioeconómica se entiende la totalidad de individuos y sus actividades, los recursos naturales, la infraestructura y el medio ambiente que integran el área geográfica de una de las partes de la división territorial de un estado.

ya que se pretende que parte de los costos actuales que implican al municipio las condiciones presentes de la calle, se transformen en beneficios con el proyecto, pues se esperaría que la pavimentación de la calle ahorre esa parte de los costos. Además, el monto de los costos en que incurriría el proyecto también depende de las condiciones actuales de la calle, dado que mientras más accidentado esté el suelo, mayor será el costo de construcción y viceversa. Por tales motivos, es indispensable realizar el análisis de la situación actual para poder identificar los beneficios y costos sociales de un proyecto de pavimentación.

Aspectos a Considerar en el Análisis de la Situación Actual:

- Población directamente afectada sin el proyecto.
 - Población total de la zona (actual o potencial) que hace frente al proyecto.
 - Número de viviendas que hacen frente al proyecto.
 - Tipo y número de establecimientos comerciales o industriales que hacen frente al proyecto.
 - Medios de transporte que utilizan.
 - Actividad económica principal de la zona de estudio.

Estos aspectos nos muestran el total de afectación directa con las condiciones actuales, lo que nos da una idea de la magnitud de las molestias que sin el proyecto tienen que soportar los habitantes de la(s) calle(s) a pavimentar. Es decir, mientras mayor es la población de la zona que hace frente al proyecto, son mayores los costos, porque estos habitantes son los que aspiran el polvo en suspensión y/o los olores de las aguas estancadas, que les pueden ocasionar enfermedades respiratorias o las derivadas del brote de fauna nociva; son también quienes tienen que limpiar sus viviendas con mayor frecuencia para desechar el polvo asentado en su interior; quienes dependiendo del medio de transporte que utilicen desgastan más sus zapatos y tienen que caminar una distancia mayor hacia las zonas donde haya acceso a los medios de transporte público, o si se transportan con automóvil propio tienen que lavarlo y darle mantenimiento un número mayor de veces, etc.

Como es evidente, resulta muy difícil darle una cuantificación y valoración económica a estos efectos negativos que recibe la población afectada sin el proyecto, pero existen, y su magnitud es considerable porque para solucionar esos daños bajo

las condiciones actuales se necesita del uso de numerosos recursos, tales como agua potable, humanos, materiales de diversos, etc., los cuales son escasos, y su provisión le es costosa al municipio, además de que se les requiere en actividades productivas.

- Otros afectados sin el proyecto.
 - Cantidad de tránsito diario promedio de la calle (en condiciones actuales) por tipo de vehículo y tiempo de recorrido.
 - Cantidad de tránsito desviado (por evitar la calle) y vías alternas perjudicadas.
 - Número de accidentes atribuidos a la falta de pavimentación.

El hecho de que una calle no esté pavimentada provoca que quienes tienen que hacer uso de ella para llegar a su destino empleen más tiempo y dinero, ya que debido a lo accidentado de la calle conducen a una menor velocidad y forzan más los motores de sus automóviles, incurriendo así en el uso de más tiempo de traslado y un mayor consumo de combustible y refacciones, además tienen que lavar sus autos con mayor frecuencia (mayor uso del agua). Asimismo, aunque en menor medida, los conductores que deciden rodear el o los caminos sin pavimentar para evitarse mayores molestias, tienen que recorrer una mayor distancia, representando esto mayor utilización de tiempo y consumo de combustible; aparte de que provocan externalidades en las vías hacia las que se desvían, pues contribuyen de esa forma al congestionamiento del tránsito.

Esta información se puede obtener mediante aforos vehiculares, es decir, contando el número de vehículos (por tipo) que transitan por tramo de la calle o las calles sin pavimentar durante el día (efectuándolo para varios días representativos) y midiendo el tiempo de recorrido por distancia, para con dichos datos poder calcular el promedio diario de tránsito vehicular de cada tramo, el cual sirve de base para estimar el desgaste y consumo de gasolina aproximado que sufre cada tipo de vehículo al recorrer la distancia del tramo (la información de los costos de operación de los vehículos la puede proporcionar el fabricante de cada tipo); y en cuanto al tiempo de recorrido se puede valorar respecto al precio de la mano de obra por tiempo. Efectuar estos estudios con un alto grado de precisión sólo se justificaría para grandes inversiones, en las que se tenga que comprobar económicamente la conveniencia de utilizar una gran cantidad de recursos para dichas obras, debido a los costos que representaría una investigación de este tipo. En inversiones relativamente pequeñas, bastaría con estimaciones sencillas

que puedan representar a grandes rasgos los costos en los que se incurre en la situación actual.

En lo que al tránsito desviado se refiere, es muy difícil estimarlo con precisión en una red de calles alternas diferentes que pueden ser afectadas, y más difícil aún el monto de la externalidad que se provoca; pero puede detectarse su existencia, y entonces hacer una descripción cualitativa del problema, que fundamente aún más la justificación de una obra de pavimentación.

Y los accidentes, sin lugar a dudas representan un costo social que dependiendo de la magnitud de los mismos será su dificultad para medirlos; si sólo implican daños materiales el monto del costo es el precio social de dichos materiales, pero si implican daños humanos (como muertes) son de carácter incuantificable. Estos accidentes para que sean atribuibles a la falta de pavimentación, tienen que haber sido ocasionados por derrapes o atascamientos en la terracería, o también a que sin pavimento se imposibilita el dibujo de rayas y marcas de señalización.

- Condiciones actuales de la(s) calle(s).
 - Servicios públicos existentes en las calles a pavimentar.
 - Área a pavimentar.
 - Condiciones del terreno (si se trata de terracería o revestimiento).

Si en la zona en la que se proyecta pavimentar las calles no cuentan con otros servicios públicos, tales como agua potable y alcantarillado, energía eléctrica y alumbrado público, entonces no conviene invertir en pavimentación mientras no se tengan dichos servicios, ya que la introducción de esos servicios son previos a la pavimentación, primero por el grado de necesidad, y luego porque hay que responder a un orden logístico (primero se hacen las excavaciones para introducir los servicios de agua potable y alcantarillado, electrificación y alumbrado público, y luego se pavimenta). Además, algunos de los problemas que se piensa resolver con la pavimentación se incrementarían si se pavimenta sin existir los otros servicios (los encharcamientos serían mayores, puede ser que se conviertan en inundaciones, al dificultarse la filtración del agua por el suelo; los accidentes de tránsito aumentarían por las noches, pues los autos pueden ser conducidos a una mayor velocidad pero con poca visibilidad, entre otros).

El área a pavimentar y las condiciones del terreno describen el escenario donde se presenta el problema, lo que refuerza nuestros estudios y serviría posteriormente en

la búsqueda de alternativas técnicas para solucionar el problema.

3.2. ALTERNATIVAS TÉCNICAS DE PROYECTO.

Una vez que se conocen los problemas derivados de la falta de pavimentación de las calles de la zona de estudio, corresponde pensar en cuáles pueden ser las soluciones que dadas las características del suelo, el tipo de vehículos que transitan por dichas calles y la actividad principal de la zona, se le pueden dar al problema. Este es un trabajo de tipo técnico que le corresponde desempeñar detalladamente a los ingenieros, pero en términos generales se puede decir que las soluciones o alternativas técnicas de proyecto pueden ser la pavimentación con concreto hidráulico, asfalto o adoquín; las cuales representan diferentes montos de inversión y costos de mantenimiento durante su vida útil que también es distinta debido a la variación en su resistencia.

Con el fin de ejemplificar lo que señalamos en este trabajo haremos uso de dos alternativas técnicas hipotéticas, que supondremos que son el resultado de los cálculos y diseños del equipo de ingenieros, y que se nos proporcionan para continuar con la evaluación socioeconómica.

Para simplificar la ejemplificación utilizaremos conceptos generales de los costos (en un ejercicio real se deben desglosar). (Ver Cuadros N° 18 y 19)

CUADRO N° 18
ALTERNATIVA ASFALTO*
(Miles de unidades monetarias constantes)

CONCEPTOS	Horizonte de Planeación															
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Maquinaría y Equipo Importado	230	14	16	18	21	23	25	28	30	32	35	37	39	41	44	47
Maquinaría y Equipo Nacional	350	21	25	28	32	35	39	42	46	49	53	56	60	63	67	71
Materiales	2,500	150	175	200	225	250	275	300	325	350	375	400	425	450	475	501
Mano de Obra	950	57	67	76	86	95	105	114	124	133	143	152	162	171	181	192
Combustible	110	7	8	9	10	11	12	13	14	15	17	18	19	20	21	22
Otros	60	4	4	5	5	6	7	7	8	8	9	10	10	11	11	11
TOTAL COSTOS PRIVADOS	4,200	253	295	336	379	420	463	504	547	587	632	673	715	756	799	844

* El año 0 corresponde a la inversión, y del año 1 al 15 a los costos de conservación y mantenimiento.

CUADRO N° 19
ALTERNATIVA CONCRETO HIDRAHULICO*
(Miles de unidades monetarias constantes)

CONCEPTOS	Horizonte de Planeación																				
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Maquinaría y Equipo Importado	270	7	8	8	8	9	10	10	11	11	12	13	14	15	16	17	18	19	21	23	
Maquinaría y Equipo Nacional	470	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	24	25	27	28	30	32	34	36	38	
Materiales	4,150	111	116	123	131	139	147	156	165	176	186	198	210	222	236	250	266	282	299	317	336
Mano de Obra	1,200	32	34	36	38	40	43	45	48	51	54	57	61	64	68	72	77	81	86	92	98
Combustible	120	3	3	4	4	4	5	5	5	5	6	6	6	7	7	8	8	9	9	9	9
Otros	80	2	2	2	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	5	5	5	6	6	6	6
TOTAL COSTOS PRIVADOS	6,290	168	187	199	211	224	237	251	266	282	340	319	335	358	378	403	426	453	481	510	

* El año 0 corresponde a la inversión, y del año 1 al 20 a los costos de conservación y mantenimiento.

NOTA: Es preciso que las alternativas de proyecto para pavimentación (u otros proyectos) que se elaboren cuenten con un programa de costos de conservación y mantenimiento, para realizar una evaluación integral y poder seleccionar la alternativa de mayor rentabilidad para el municipio (que le implique a lo largo del tiempo menores desembolsos totales).

3.3. BENEFICIOS Y COSTOS SOCIOECONÓMICOS DEL PROYECTO

Ya que hemos identificado los costos en que incurre el municipio en lo particular, la zona afectada en la situación actual (sin pavimentación), corresponde analizar cuáles serán los beneficios que generaría la pavimentación, y los costos que implicaría.

BENEFICIOS

Como se indicó anteriormente, con una obra de pavimentación se pretende eliminar molestias a los habitantes de la zona de estudio y a los demás usuarios de sus calles, las cuales representan costos de la situación actual (sin proyecto). Lo que quiere decir, que ya teniendo identificados esos costos existentes en la situación actual, habría que estimar en cuánto se pueden reducir con la pavimentación de dichas calles, lo cual nos representa los beneficios del proyecto, que se traducen en la diferencia de los efectos de la situación actual y los efectos con el proyecto, es decir, el ahorro en costos que provoca el proyecto, entre los que se pueden distinguir los siguientes:

- Ahorro en consumo de gasolina y refacciones de los usuarios de las calles.
- Ahorro en recursos, principalmente mano de obra y agua potable.
- Ahorro en tiempo de los usuarios de las calles.
- Descongestionamiento de vías alternativas.
- Disminución de accidentes.
- El acceso a los medios de transporte público.
- Disminución de la contaminación al bajar los niveles de polvo en suspensión y de aguas estancadas.
- Ahorro en tiempo de limpieza y de utensilios para ello, de las propiedades aledañas.
- Mejoramiento de la imagen de la zona.
- Elevación en la sensación de bienestar y en la satisfacción personal de los usuarios, así como la disminución del estrés, que el transporte confortable, rápido, efectivo y agradable produce, lo que se traduce en mayor productividad social y en mejores condiciones para la convivencia ciudadana.
- Plusvalía de la zona.
- Otros que se puedan identificar en cada caso particular.

Además, hay un beneficio bastante importante que se deriva de los demás: es el aumento de valor de los predios (plusvalía) de la zona, debido a que los individuos apreciamos bastante el incremento del bienestar y las condiciones de vida más decorosas y confortables, el cual es un beneficio directo para los propietarios de dichos predios y para el municipio, porque en lo particular aumenta la riqueza de cada individuo dueño de alguno de los predios y, en su conjunto aumenta la riqueza del municipio.

COSTOS

Los costos socioeconómicos de la pavimentación son los derivados del uso de los recursos mano de obra, combustibles y maquinaria, equipo y materiales para la construcción de los pavimentos y su mantenimiento durante la vida útil de éstos, valorados a precios sociales, es decir, a lo que verdaderamente le cuesta la utilización de esos recursos al municipio (para cada una de las alternativas técnicas de proyecto se deben calcular sus costos socioeconómicos).

El precio social difiere del precio de mercado debido a la existencia de distorsiones en la economía, tales como subsidios, impuestos discriminatorios, especulación u otros factores que hacen que los precios que se presentan en el mercado estén por debajo o por arriba del precio que representaría el valor real de los recursos. Como se ha mencionado en este documento, los factores de conversión de precios de mercado a precios sociales o los precios sociales en sí, es mejor consultarlos al Centro de Estudios para la Preparación y Evaluación de Proyectos (CEPEP), quienes en México entre otros asuntos realizan el cálculo de los mismos. No obstante, a manera de ejemplo, a continuación expondremos una forma en la que se pueden calcular de manera aproximada los precios sociales para una localidad, la cual resulta sencilla aunque la información puede ser de difícil accesibilidad. (El procedimiento de cálculo es igual al presentado en el capítulo 1 de esta Sección II del documento, pero en este caso se presentan cantidades diferentes de las variables, con el propósito de explicar mejor el concepto de costo social. En los siguientes capítulos, cuando abordemos este tema, sólo haremos referencia a estos cálculos).

Antes que nada, a todos los precios de mercado habríamos de descontarles los impuestos, ya que éstos representan por sí mismos una transferencia de recursos de un agente económico a otro sin que represente una pérdida o ganancia de riqueza para el país (cabe aclarar que es lo que se hace con los recursos derivados de los impuestos lo que puede generar una ganancia o pérdida a la sociedad, que es precisamente el tema del presente trabajo, evaluar dichos efectos para procurar ganancias, y de preferencia las mayores ganancias).

Maquinaria y Equipo Importado

Si se requiere de maquinaria y equipos importados para pavimentar las calles, el pago para su adquisición implica el gasto de divisas, caso para el que corresponde investigar si la moneda nacional está sobrevaluada o subvaluada con respecto a la divisa y en qué proporción, con el objeto de conocer el verdadero costo que para el municipio representa esa pérdida de divisas. Entonces, el precio social de

esta maquinaria y equipo será: el precio de mercado de la divisa más o menos la proporción de sobrevaluación o subvaluación de ésta, sucesivamente, lo que nos da el precio social de la divisa, por el precio en términos de la divisa de la maquinaria y equipo importados. De ese precio social de la maquinaria y equipo importado se considera únicamente la fracción que es usada en pavimentar las calles del proyecto.

Ejemplo: Supongamos que en el país el valor de cambio de la moneda nacional está subvaluado en un 5%, es decir, que el precio de la divisa en el mercado paralelo se cotiza en un 5% por arriba del precio oficial. Entonces, si el valor de mercado de la maquinaria y equipo importado es de 230,000 Unidades Monetarias, su valor social (precio social) sería igual a $230,000 * 1.05 = 241,500$ Unidades Monetarias (si el 5% fuera de sobrevaluación sería $230,000 * 0.95 = 218,500$ Unidades Monetarias).

Maquinaria, Equipo y Materiales Nacionales

En lo que respecta a maquinaria, equipo y materiales nacionales habría que detectar si existe algún tratamiento de excepción en sus precios de mercado, es decir, si se ven influidos a ser mayores relativamente a otros recursos por la aplicación de una tasa impositiva mayor que la de los demás recursos, o a ser mayores que su valor real por la especulación de los productores o vendedores de los mismos; o por otro lado, si son menores que su valor real en caso de ser subsidiados. De existir tratamiento de excepción en el precio de mercado de estos recursos, entonces a su precio de mercado se le resta o se le suma la proporción en que fueron afectados a la alza o a la baja respecto a su precio real, lo que arrojará como resultado el precio social de dichos recursos en la localidad.

Ejemplo: Supongamos que en el caso de la maquinaria, equipo y materiales nacionales existe especulación por parte de los proveedores porque le asignan al precio de mercado un valor del 20% mayor del valor real de dichos recursos. Entonces, si el monto de valor de estos recursos a precio de mercado es de 350,000 Unidades Monetarias, su conversión a valor social sería $350,000 * (1.0 - 0.20) = 350,000 * 0.80 = 280,000$ Unidades Monetarias.

Mano de Obra

En el análisis de los precios sociales de la mano de obra, el objetivo es encontrar cuánto le cuesta al municipio emplear mano de obra en el proyecto en vez de utilizarla para otros fines, por lo que se debe distinguir entre mano de obra calificada y no calificada, pues cada unidad de mano de obra calificada es valorada por la sociedad más alto que la unidad de mano de obra no calificada.

Con el fin de simplificar la explicación, hagamos para este caso una ejemplificación de la conversión de precio de mercado de la mano de obra a su precio social, y supongamos la mano de obra en términos generales.

Para determinar el precio social de la mano de obra municipal, se requiere de información de la localidad respecto a la tasa de desempleo abierto, que supondremos es del 10% de la población económicamente activa; y de la tasa de subempleo, que supondremos es del 20% de la población económicamente activa ocupada, con un nivel de remuneración media equivalente a la mitad del salario mínimo legal.

Una estimación aproximada del costo social de la mano de obra es suponer que el costo del beneficio sacrificado (lo que se deja de producir socialmente por emplear los recursos humanos en el proyecto), será igual a la producción efectiva de la población ocupada, valorada por su nivel relativo al ingreso.

Por lo tanto, en nuestro ejemplo tenemos que de cada 100 personas que se ofrecen en el mercado laboral, 90 están ocupadas. Y de esas 90 ocupadas, 72 tienen ocupación plena y los otros 18 perciben la mitad de la remuneración legal, por lo que estas 18 últimas corresponden a $18 * 0.5 = 9$ empleados efectivos de remuneración completa. Entonces, de cada 100 personas económicamente activas $72 + 9 = 81$ tienen un empleo con remuneración legal plena. Es decir, que por cada 100 Unidades Monetarias de remuneración legal al trabajo, 81 Unidades Monetarias corresponden al costo social. Entonces, al multiplicar el precio de mercado de la mano de obra por el factor 0.81 nos da como resultado el precio social de la mano de obra para el municipio.

Ejemplo: Si el valor a precio de mercado de la mano de obra es de 950,000 Unidades Monetarias en el proyecto, entonces su valor social es de $950,000 * 0.81 = 769,500$ Unidades Monetarias.

Combustibles

En el caso de nuestro país que es productor-exportador de petróleo, el precio interno de este recurso es menor que el precio internacional, por lo que al ser utilizado en el proyecto, se deja de percibir beneficio de exportarlo a la comunidad internacional.

Si suponemos que el precio interno del combustible es de 65 Unidades Monetarias por unidad, y el precio internacional es de 100 Unidades Monetarias por unidad, el factor de conversión de precio de mercado del combustible a precio social sería $100\% / 65\% = 1.54$.

Por lo tanto, las alternativas de proyecto de nuestro ejemplo, expresadas a valor social, quedarían de la siguiente manera: (Ver Cuadros N° 20 y 21)

CUADRO N° 20
VALOR SOCIAL DE LA ALTERNATIVA ASFALTO*
 (Miles de unidades monetarias constantes)

CONCEPTOS	Horizonte de Planeación															
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Maquinaria y Equipo importado	190.0	11.6	13.2	14.9	17.3	19.0	20.7	23.1	24.8	26.4	28.9	30.6	32.2	33.9	36.3	38.8
Maquinaria y Equipo Nacional	243.5	14.6	17.4	19.5	22.3	24.3	27.1	29.2	32.0	34.1	36.9	39.0	41.7	43.8	46.6	49.4
Materiales	1,739.1	104.3	121.7	139.1	156.5	173.9	191.3	208.7	226.1	243.5	260.9	278.3	295.7	313.0	330.4	348.5
Mano de Obra	699.5	42.0	49.3	56.0	63.3	70.0	77.3	83.9	91.3	97.9	105.3	111.9	119.3	125.9	133.3	141.4
Combustible	130.3	8.3	9.5	10.7	11.8	13.0	14.2	15.4	16.6	17.8	20.1	21.3	22.5	23.7	24.9	26.1
Otros	52.2	3.5	3.5	4.3	4.3	5.2	6.1	6.1	7.0	7.0	7.8	8.7	8.7	9.6	9.6	9.6
TOTAL COSTOS SOCIALES DIRECTOS	3,054.6	184.3	214.6	244.5	275.7	305.5	336.7	366.5	397.7	426.7	459.9	489.7	520.1	549.9	581.1	613.7

* El año 0 corresponde a la inversión, y del año 1 al 15 a los costos de conservación y mantenimiento. Se supone una tasa impositiva del 15% a Maquinaria y Equipo (tanto nacional como importado), Materiales y Otros; del 30% a combustibles; y del 10% a Mano de Obra; impuestos que se descontaron del valor de mercado. Asimismo, se aplicaron los factores de conversión de precios de mercado a precios sociales del ejemplo anterior.

CUADRO N° 21
VALOR SOCIAL DE LA ALTERNATIVA CONCRETO HIDRÁULICO*
 (Miles de unidades monetarias constantes)

CONCEPTOS	Horizonte de Planeación																				
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Maquinaria y Equipo Importado	223.0	5.8	6.6	6.6	6.6	7.4	8.3	8.3	9.1	9.1	9.9	10.7	11.6	11.6	12.4	13.2	14.0	14.9	15.7	17.3	19.0
Maquinaria y Equipo Nacional	327.0	9.0	9.0	9.7	10.4	11.1	11.8	12.5	13.2	13.9	14.6	15.3	16.7	17.4	18.8	19.5	20.9	22.3	23.7	25.0	26.4
Materiales	2,887.0	77.2	80.7	85.6	91.1	96.7	102.3	108.5	114.8	122.4	129.4	137.7	146.1	154.4	164.2	173.9	185.0	196.2	208.0	220.5	233.7
Mano de Obra	883.6	23.6	25.0	26.5	28.0	29.5	31.7	33.1	35.3	37.6	39.8	42.0	44.9	47.1	50.1	53.0	56.7	59.6	63.3	67.7	72.2
Combustible	142.2	3.6	3.6	4.7	4.7	4.7	4.7	5.9	5.9	7.1	7.1	7.1	8.3	8.3	9.5	9.5	10.7	10.7	10.7	10.7	10.7
Otros	69.6	1.7	1.7	1.7	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	3.5	3.5	3.5	3.5	4.3	4.3	4.3	4.3	5.2	5.2	5.2
TOTAL COSTOS SOCIALES DIRECTOS	4,532.3	120.9	126.7	134.9	143.5	152.1	161.4	171.0	181.0	191.5	203.1	251.1	229.9	241.1	258.1	272.3	290.5	306.8	326.6	346.5	367.2

* El año 0 corresponde a la inversión, y del año 1 al 20 a los costos de conservación y mantenimiento. Se supone una tasa impositiva del 15% a Maquinaria y Equipo (tanto nacional como importado), Materiales y Otros; del 30% a combustibles; y del 10% a Mano de Obra; impuestos que se descontaron del valor de mercado. Asimismo, se aplicaron los factores de conversión de precios de mercado a precios sociales del ejemplo anterior.

3.4. ANÁLISIS DE LA CONVENIENCIA DE IMPLEMENTAR UN PROYECTO DE PAVIMENTACIÓN Y SELECCIÓN DE LA MEJOR ALTERNATIVA TÉCNICA

Como se ha podido observar, una obra de pavimentación genera beneficios cuantificables y otros cuya medición implica severas dificultades, pero que pueden describirse cualitativamente y con seguridad contribuyen significativamente al desarrollo y crecimiento del municipio. Por lo tanto, la mezcla de estos beneficios detectados nos otorga elementos de juicio para determinar la importancia y alcance de un proyecto de pavimentación en cierta zona, pero no una medida económica exacta que pudiera compararse aritméticamente con los costos que implica la inversión y mantenimiento de la obra. Por lo tanto, no es posible calcular un indicador numérico perfecto o preciso de la rentabilidad socioeconómica, pero con base en la información disponible que se ha recabado y los criterios adoptados por los responsables de tomar decisiones para la ejecución de obra pública, la magnitud de la rentabilidad socioeconómica de un proyecto de pavimentación se puede intuir, y así determinar si es conveniente o no la implementación de dicho proyecto.

Para complementar aún más la información recabada hasta el momento y facilitar la comparación entre los beneficios y costos que se espera arroje cada alternativa de proyecto, habría que obtener cuál es el valor actual (presente), de los recursos que se emplearían en cada una de las alternativas de proyecto a lo largo de su vida útil (es decir, descontándole a los recursos su valor alternativo, porque el de los recursos del futuro es diferente al valor de los recursos de ahora). Esto nos proporciona una medida de todo el flujo de costos al momento de su análisis. Además, al obtener los costos de las alternativas de proyecto en términos actuales, se puede saber cuál de ellas sería la que incurriría en menores costos durante su funcionamiento, y dado que se espera obtener aproximadamente los mismos beneficios en cada año de operación con todas las alternativas, es decir, los beneficios por ahorro de uso de recursos que analizamos (ahorro de gasolina, refacciones, agua, tiempo, etc.), tendrían variaciones poco significativas aplicando cada alternativa. Como se vio en el apartado 2.1.2.1., del Capítulo 2 de la Sección I, el Valor Actual de los Costos (VAC) es un buen indicador para seleccionar la mejor alternativa de proyecto, cuya expresión matemática, recordemos, es la siguiente:

$$VAC = \sum_{t=0}^n \frac{C_t}{(1+i)^t}$$

donde,

C_t = Flujo de costos del proyecto, incluyendo inversiones, en el año t (cada año de la vida útil u horizonte de planeación).

i = Tasa de descuento.

Pero el VAC sólo nos sirve para comparar alternativas de proyecto que tienen la misma vida útil porque como se puede apreciar en su fórmula, es la suma de todos los costos de los periodos llevados al periodo cero (con su valor ya descontado), por lo que si se compara una alternativa con más o menos periodos de duración, serían diferentes los periodos contemplados y se podría encontrar en ventaja o desventaja con respecto a las otras alternativas de diferente vida útil pudiendo ser peor o mejor. Por ello, cuando se presente un caso en el que se tengan que comparar alternativas con periodos de vida útil distintos, se tendrían que hacer equivalentes las vidas útiles de las alternativas, por decir un ejemplo, si existe una alternativa con duración de 5 años y otra con duración de 10 años, se tendría que suponer que al finalizar la vida útil de la primera alternativa, esta obra se repetiría completándose así 10 años. En vidas útiles que no sean múltiplos perfectos sería en proporción al tiempo necesario para igualarse, lo que realmente resulta impráctico aplicar, pues es sumamente difícil. Por eso, el indicador que tiene la capacidad de comparar las alternativas de proyecto con diferente vida útil, es el Costo Anual Equivalente (CAE), que como se presentó en el apartado 2.1.2.2., del Capítulo 2 de la Sección I, su expresión matemática es la siguiente:

$$CAE = \frac{VAC}{\sum_{t=0}^n \frac{1}{(1+i)^t}}$$

Este, como se puede apreciar, es el promedio de los costos a valores descontados que arroja cada alternativa de proyectos a través de su vida útil, y contra ese promedio se pueden comparar las alternativas de diferente duración.

Entonces, el criterio para seleccionar la mejor alternativa de proyecto, sería elegir aquella alternativa que arroje el menor CAE, la cual sería la más eficiente porque le costaría menos al municipio, permitiendo así que los recursos que se ahorran al no elegir otra alternativa (más costosa) se dirijan a otras actividades, que al igual que este proyecto generen beneficios al municipio.

Mostremos con nuestro ejemplo lo anterior, para lo que con el flujo del total de costos sociales de cada alternativa, calcularemos el CAE suponiendo una tasa de descuento del 12%, para luego elegir la mejor.

ALTERNATIVA ASFALTO:

VAC = 4,771 miles de unidades monetarias.

CAE = 684 miles de unidades monetarias.

ALTERNATIVA CONCRETO HIDRÁULICO:

VAC = 5,253 miles de unidades monetarias.

CAE = 695 miles de unidades monetarias.

Con estos resultados podemos observar que el costo anual equivalente (CAE) de la alternativa de concreto hidráulico es mayor que el CAE de la alternativa de asfalto para este ejemplo hipotético, por lo tanto la alternativa a seleccionar como proyecto deberá ser la de asfalto porque ésta implicaría menores costos para la sociedad del municipio o el estado a lo largo del tiempo.

Al seleccionar las alternativas de proyectos desde una perspectiva socioeconómica (como lo hemos hecho en el ejemplo), la sociedad de los estados o municipios tiene la posibilidad de ahorrarse costos a largo plazo, y así poder emplear los recursos ahorrados en la creación de otros satisfactores que incrementen su nivel de bienestar.

Con esta metodología se obtienen los costos que se compararan con los beneficios que el proyecto generaría, por lo que si resulta evidente que los beneficios son mayores que los costos en los que se incurriría, entonces conviene ejecutar el proyecto y, en caso contrario, es mejor no realizarlo.

Para ejemplificar lo anterior, supongamos que los beneficios cuantificados del proyecto son los que se presentan en el Cuadro N° 22:

Ahora, para que los beneficios por ahorro de costos y por plusvalía de la zona, presentados en el Cuadro N° 22, sean comparables con el Valor Actual de los Costos (VAC) de la alternativa seleccionada como proyecto (alternativa de asfalto), tenemos que obtener el valor actual de dichos beneficios mediante la siguiente fórmula:

$$VAB = \sum_{t=0}^n \frac{B_t}{(1+i)^t}$$

donde:

VAB = Valor actual de los beneficios sociales del proyecto.

B_t = Beneficios por ahorro de costos en el período t .

i = Tasa de descuento.

Aplicando la fórmula del VAB como se aplicó anteriormente la fórmula del VAC, obtenemos un VAB de 11,438 miles de unidades monetarias, el cual es mayor que el VAC del proyecto de 4,771 miles de unidades monetarias en 6,667 miles de unidades monetarias, cifra ésta que representa el “Valor Actual de los Beneficios Netos (VAN)” del proyecto, indicador que nos muestra que cuantitativamente el municipio y el país serán más ricos en el monto resultante.

Además, recordemos que se tienen que contemplar también otros efectos de difícil cuantificación (intangibles), tales como disminución en enfermedades, mejoramiento de la imagen de la zona, la sensación de bienestar, reducción de la contaminación etc., los cuales deben ser descritos cualitativamente, e influyen en la decisión de ejecutar o no el proyecto según la magnitud de éstos. De tal forma, que si el resultado cuantitativo del VAN de un proyecto fuera negativo, pero sus efectos positivos intangibles fueran considerables, se podría optar por ejecutar el proyecto.

CUADRO N° 22
BENEFICIOS NETOS SOCIALES DE LA ALTERNATIVA ASFALTO
(Miles de unidades monetarias constantes)

CONCEPTOS	Horizonte de Planeación															
	0 *	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Ahorro en consumo de gasolina y refacciones de los usuarios de las calles		300	309	318	328	338	348	358	369	380	391	403	415	428	441	454
Ahorro en recursos, principalmente mano de obra y agua potable		100	103	106	109	113	116	119	123	127	130	134	138	143	147	151
Ahorro en tiempo de los usuarios de las calles		600	618	637	656	675	696	716	738	760	783	806	831	855	881	908
Disminución de accidentes		50	52	53	55	56	58	60	61	63	65	67	69	71	73	76
Plusvalía de la zona		5,000														
TOTAL BENEFICIOS SOCIALES DIRECTOS	0	6,050	1,082	1,114	1,147	1,182	1,217	1,254	1,291	1,330	1,370	1,411	1,453	1,497	1,542	1,588

* Se supone que en el período 0 se realiza la inversión inicial, y es hasta el período 1 que se empiezan a generar los beneficios del proyecto.

CAPÍTULO 4

Proyectos de Inversión en Alumbrado Público

El alumbrado público es el servicio de iluminación mediante luz eléctrica que se instala en las calles, plazas públicas, parques y jardines de las poblaciones, el cual permite a sus habitantes y visitantes la visibilidad nocturna, y sirve para facilitar las labores de vigilancia del servicio de seguridad pública que se presta por las noches.

Como se puede apreciar en su definición, el servicio de alumbrado público se instala y se presta en lugares de uso colectivo, por lo que el bien que produce (la iluminación) es también de consumo colectivo, es decir, que es aprovechado por todo aquel individuo que en la noche haga uso de dichos lugares públicos cuantas veces lo requiera para realizar actividades. Por lo cual, dicho servicio es de interés público y de las principales necesidades de infraestructura urbana, por lo tanto, debe ser asegurada su prestación eficaz, eficiente y sin especulación; esto es, efectuar los proyectos de alumbrado público oportunamente (cuando sea lo más conveniente) en alguna zona, ejecutarlo al menor costo posible, (tanto en inversión como en operación y mantenimiento), y cumpliendo con el objetivo social de elevar el bienestar público mediante un cobro razonable.

Dado que el alumbrado público por sus características en la inversión y distribución del servicio es un monopolio natural,²⁰ pues resulta inconveniente la existencia de más de una empresa en competencia por el mercado del alumbrado público que prácticamente se compone de un sólo cliente “la sociedad” de una población; además de que los espacios que ocupan las instalaciones del servicio no pueden

20 *Monopolio Natural: es cuando por razones técnicas o de indivisibilidad del capital, las empresas operan con economías de escala, situación en la cual el incremento en los insumos (costos) para la producción de un bien o servicio se traduce en un incremento proporcionalmente mayor en la elaboración o provisión de dicho bien o servicio; de tal forma que una sola empresa es capaz de producir más eficientemente la cantidad de bienes o servicios necesaria para satisfacer la demanda en el mercado de ese bien o producto.*

ser compartidos y, como mencionamos en el párrafo anterior, produce un bien público puro.²¹ Este debe estar a cargo de las autoridades gubernamentales que se encuentren más cercanas al usuario del alumbrado público, es decir, por el nivel municipal a través de algún organismo público o privado regulado y controlado por él, a fin de lograr su prestación con eficacia, eficiencia y precio justo. Esta es sin duda, la intención de nuestra Carta Magna, al establecer en su artículo 115, fracción III, inciso b), la responsabilidad de la prestación del servicio de alumbrado público a cargo del municipio, con el concurso del Estado cuando así fuere necesario y lo determinen las leyes.

Por lo tanto, es una obligación municipal emplear parte de sus recursos en la prestación del servicio de alumbrado público que, el cual reclama importantes recursos de los ayuntamientos.

Por ello, dada la importancia que el servicio de alumbrado público tiene para proporcionar bienestar social a la población, el impacto que provoca en los egresos municipales, la escasez de los recursos y la obligación del municipio en otorgarlo, es recomendable que se analice en todos los casos en que se pretenda ejecutar un proyecto de alumbrado público si conviene realizar la inversión y, si así fuera, cuál sería de las alternativas técnicas de proyecto posible, la que le implicaría menores costos al municipio a lo largo del tiempo y cómo se financiarían dichos costos, a manera de procurar unas finanzas públicas municipales sanas, temas, a los que dedicaremos nuestra atención en este apartado, con el objetivo de contribuir al desarrollo de las localidades de la Hacienda Pública Municipal.

Iniciemos por conocer cuáles podrían ser el objeto de estudio en nuestro análisis de inversión en alumbrado público, es decir, los tipos de proyectos de alumbrado público.

4.1. TIPOS DE PROYECTO DE ALUMBRADO PÚBLICO

Los proyectos de alumbrado público se pueden dividir en tres tipos, la instalación o introducción del servicio, proyectos de ahorro de energía y la reposición de equipos. Veamos en qué consiste cada uno de ellos.

A) Instalación o Introducción del Servicio

Este tipo de proyecto de alumbrado público consiste en dotar del servicio a una población o zona que carezca del mismo, en el cual se deben adquirir e instalar todos

21 *Bienes públicos puros: son los bienes de consumo colectivo existentes en una economía, cuya cantidad de consumo individual es prácticamente imposible determinar.*

los equipos necesarios para crear el sistema de alumbrado público o adherirse a uno ya existente. Para pensar en un proyecto de instalación del servicio de alumbrado público se debe contar con la previa ejecución de un proyecto de electrificación, es decir, que el acceso a la energía eléctrica por parte de la población o zona en cuestión, es condición indispensable para introducir un servicio de alumbrado público funcional.

B) Ahorro de Energía

El ahorro de energía es un tipo de proyecto de alumbrado público que cumple con el objetivo de disminuir los costos de un sistema existente mediante el reemplazo de algunos de los equipos por otros que consuman menos energía eléctrica y que proporcionen la misma intensidad de iluminación.

C) Reposición de Equipos

Los proyectos de reposición de equipos de alumbrado público consisten en el reemplazo de la infraestructura de dicho servicio en una zona, cuando ésta es muy antigua y su vida útil ha llegado a su fin por razones de obsolescencia tecnológica, modas estéticas o desgaste físico, y va desde el cambio de luminarias y balastos hasta el cambio de postes y cableado. Al formular un proyecto de reposición de equipos, sería conveniente contemplar reponerlos por equipos que ahorren energía.

4.2. EVALUACIÓN SOCIOECONÓMICA DE PROYECTOS DE ALUMBRADO PÚBLICO

En el análisis de inversiones en el servicio de alumbrado público, en primer lugar se debe comprobar la conveniencia social y económica de implantar un proyecto de esta índole en la población o zona, es decir, corroborar si al utilizar recursos en el proyecto se generará un impacto considerable en el desarrollo económico del municipio y el bienestar de su población.

Para ello, habrá que analizar las condiciones actuales de la zona donde se pretenda implantar el proyecto, a fin de detectar un problema u oportunidad que justifique el hecho de pensar en la inversión, o de no ser así, abandonar dicha idea, para posteriormente, si es que se justificó la idea, buscar la forma de resolver el problema o aprovechar la oportunidad detectada de la manera más conveniente para el municipio.

Veamos detalladamente cuál es el procedimiento y las técnicas aplicadas para ejecutar las actividades de la evaluación socioeconómica de los proyectos de alumbrado público.

4.2.1. Análisis de la Situación Actual

Para detectar un problema o una oportunidad es necesario tener un panorama de las condiciones que prevalecen en la zona de estudio en el presente, haciendo estudios de la demanda y la oferta actuales del servicio, de los cuales describiremos a continuación los aspectos generales a considerar para el análisis de proyectos de alumbrado público.

4.2.1.1. Estudio de Demanda

El estudio de demanda, cuyo objetivo es identificar y cuantificar a los consumidores potenciales del servicio de alumbrado público, debe comprender el acopio y análisis de la siguiente información:

- Población absoluta actual de la localidad donde se pretende realizar la obra y actividades principales.
- Zona donde se pretende ejecutar el proyecto y su población.
 - Delimitación geográfica del área en la que se pretende realizar el proyecto.
 - Población absoluta de la zona de estudio.
 - Servicios existentes en la zona de estudio (si no hubiera servicio de agua potable y alcantarillado, se debe posponer el proyecto de alumbrado, puesto que si se van a emplear recursos en un proyecto, es conveniente que se haga primero para aquel que se dirija a la prestación de un servicio prioritario, como lo es el agua potable).
 - Número de predios a beneficiar, y el requerimiento de luminarias a instalar.
 - Actividades principales de la zona de estudio.

Con esta información se puede determinar la cantidad y tipo de equipo requerido en la zona de estudio para satisfacer las necesidades de iluminación nocturna de su población según sus características, y con ello, la cantidad aproximadamente de energía eléctrica que requerirá el proyecto y/o equipo nuevo; y el número de beneficiarios potenciales tanto directos (habitantes de la zona afectada) como indirectos (habitantes de otras zonas de la localidad, los cuales en alguna ocasión pueden beneficiarse con el proyecto) y flotantes (visitantes de la localidad), si la actividad es turística, por ejemplo.

4.2.1.2. Estudio de Oferta

Con el estudio de oferta se pretende identificar las condiciones actuales de la infraestructura destinada al servicio de alumbrado público y las fuentes de energía eléctrica, con el fin de verificar si éstas son suficientes para satisfacer la demanda estimada o si es la adecuada.

En el estudio de oferta haremos más notoria la distinción entre los tipos de proyectos de alumbrado público, debido a la clara diferencia de las condiciones actuales de oferta entre uno y otro. Veamos cuáles son los tipos de proyectos de alumbrado público más comunes y qué características tienen.

A) Proyecto de Instalación o Introducción del Servicio

En este caso el servicio de alumbrado público no existe en la zona de estudio, por lo que los particulares tienen que emplear recursos para crear la iluminación que les permita realizar sus actividades nocturnas en las calles (uso de pilas y baterías eléctricas para alimentar linternas, combustibles para elaborar antorchas, parafina sólida o líquida, etc.), o simplemente, no se utiliza ningún recurso para la iluminación por ser una zona donde se pretende fraccionar; o si existe el servicio es prestado mediante métodos artesanales (lámparas de gas u otros combustibles).

Entonces, en primer lugar, el estudio de oferta se debe enfocar a la identificación, descripción y cuantificación de los recursos que se emplean en la actualidad para producir iluminación en las calles de la zona de estudio (oferta directa de alumbrado). Y posteriormente, dado que con el proyecto se pretende introducir un servicio de alumbrado público eléctrico, cuyo insumo es la energía eléctrica, se habrá de hacer el correspondiente estudio de oferta de dicho insumo indispensable para el proyecto (oferta indirecta). Es decir, habría que verificar si existe electrificación en la zona de estudio, y de existir, si la cantidad de fluido eléctrico que suministra el sistema, es suficiente para satisfacer los requerimientos del proyecto, pues de no cumplirse alguna de las condiciones anteriores, el municipio, si es que la implantación del proyecto resulta, tendría que gestionar, ante la Comisión Federal de Electricidad, la electrificación suficiente en la zona de estudio, lo que implica otro proyecto (de electrificación) que también debe ser evaluado para comprobar si es conveniente su ejecución y cuya responsabilidad corresponde a otras autoridades, por lo que si en la evaluación del proyecto de electrificación resultara no ser conveniente su ejecución (porque el valor a través del tiempo) de los costos de llevar energía eléctrica fuera mayor que el de los beneficios y se decide no ejecutarlos, entonces el proyecto de alumbrado público no podrá ejecutarse.

B) Proyecto de Ahorro de Energía ²²

Para este caso en el que ya existe un sistema de alumbrado público eléctrico, el estudio de la oferta actual consiste en identificar, cuantificar o describir y analizar los siguientes factores:

- Cobertura actual del servicio de alumbrado público.
 - Número de predios servidos por calles
 - Número de lámpara y luminarias
- Características del alumbrado público existente.
 - Tipo de lámparas y luminarias
 - Potencial nominal, porcentaje de pérdidas y potencial real en watts.
 - Consumo en Kilowatts Hora
 - Facturación
 - Tipo de Contrato con la CFE
 - Costo por KWH

Con esta información se podrá calificar la eficiencia del sistema actual de alumbrado público y compararla con otros casos en que el sistema utilice otro tipo de equipos.

C) Proyecto de Reposición de Equipos de Alumbrado Público

Cuando se pretende implementar este tipo de proyectos, el estudio de oferta se efectúa contemplando los mismos factores que se analizan para los proyectos de ahorro de energía, sólo que ahora, dentro de las características del alumbrado público existente, se incluirá la antigüedad del equipo y su estado físico, así como el tipo de postes y características arquitectónicas de la zona de estudio, para ver si estéticamente son compatibles en el presente.

4.2.1.3. Definición del Problema

Una vez que se han realizado los estudios de demanda y oferta actuales del servicio de alumbrado público, corresponde, en el análisis de la situación actual, comparar dichos estudios para constatar si existen o no necesidades de iluminación insatisfechas, y si existen, dado que con nuestro estudio de oferta conocemos como

22 *Para consultar sobre Proyectos de Ahorro de Energía en Sistemas de Alumbrado Público, ver propuestas del Fideicomiso para el Ahorro de Energía Eléctrica (FIDE) en <http://www.fide.org.mx/municipales/alumbrado.html>*

se presta actualmente el servicio, podemos detectar cuál es la falla en el suministro de alumbrado público y las causas que no permiten que se otorgue eficientemente a toda la población de la localidad.

Como es de suponerse con los elementos estudiados hasta ahora, el problema o problemas que se detecten en el servicio de alumbrado público podrían ser: déficit en la prestación del servicio, excesivos costos de operación y mantenimiento en el servicio (en relación a otros casos), obsolescencia tecnológica o estética de los equipos, entre otros.

4.2.2. Situación Actual Optimizada

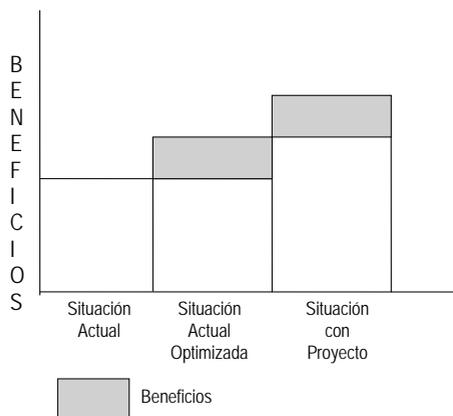
Ya que hemos detectado cuál es el problema, correspondería buscar la manera de resolverlo, pero antes de que intentemos encontrar soluciones mediante proyectos de inversión, que representarían el uso de recursos y por ende egresos para el municipio, debemos tratar de diseñar una forma de solucionar o disminuir el problema con los recursos existentes o un aumento pequeño en el uso de recursos (a comparación del que implicaría un proyecto de inversión); es decir, optimizar la situación actual o, en otras palabras, aprovechar de la mejor manera los recursos actuales del servicio, lo que generalmente se logra mediante medidas administrativas o de gestión.

Por dar algunos ejemplos en el caso de una situación actual de cobertura deficitaria del servicio en la que se podría optimizar la situación actual analizando si es posible reemplazar el insumo (combustible) utilizado para generar la iluminación de las calles de forma artesanal, por uno que sea menos costoso (con un menor precio relativo, es decir, precio en proporción a su duración); lo que implicaría simplemente la adquisición de otro insumo con otro proveedor. O para un caso en que la situación actual presente un problema de altos costos en el consumo de energía eléctrica, y el tipo de contrato con la CFE sea por tarifa fija (tarifa por luminaria instalada independientemente de que estén prendidas o no), que el municipio gestione un nuevo contrato que contemple la reducción del tiempo (en hora) establecido para las estaciones de primavera y verano; o si el contrato es por tarifa variable (en relación a la cantidad de energía consumida), verificar que el mantenimiento de los equipos sea el adecuado, y de no serlo, entonces corregirlo, o de contar con un mantenimiento adecuado, racionalizar el servicio alternando el encendido de luminarias conforme vaya oscureciendo. Y otros tantos tipos de optimizaciones que según el caso se pueden detectar y aplicar.

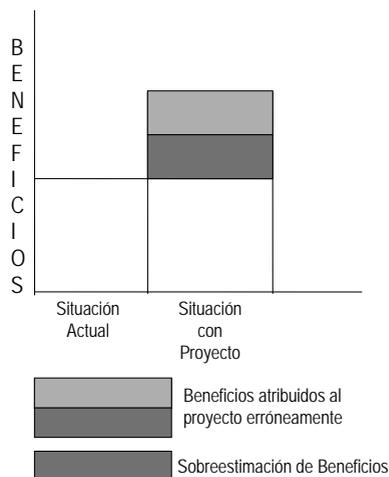
La optimización de la situación actual se realiza con el objetivo de contrastarla con las alternativas de proyectos que se vayan a evaluar, para no atribuirles beneficios que

no les correspondan, ya que al no contemplar la mejoría o beneficio que se podría alcanzar aplicando alguna medida de optimización, las alternativas de proyecto se sobrestimarían en sus beneficios, ya que en la evaluación, tanto la situación actual como la situación actual optimizada, representan dos alternativas más a evaluar, una sería la alternativa “no hacer nada”, o sea, continuar igual; y la otra, “mejorar la situación actual”, las cuales “competirán” entre sí y contra las alternativas de proyecto en la selección de la mejor. (Véase Gráficas N°20, 21, 22 y 23).

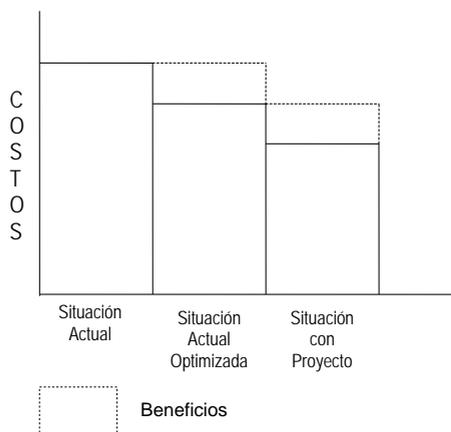
GRÁFICA N° 20
Beneficios de un Proyecto de Instalación o
Reposición
Contemplando la Situación Actual Optimizada



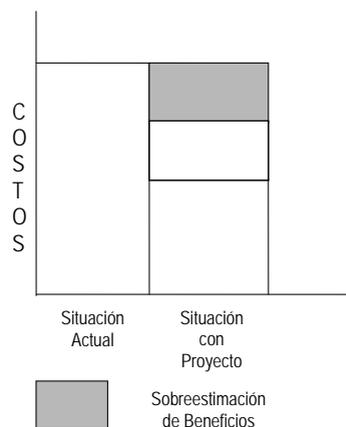
GRÁFICA N° 21
Beneficios de un Proyecto de Instalación o
Reposición
Sin Contemplar la Situación Actual Optimizada



GRÁFICA N° 22
Beneficios de un Proyecto de Ahorro de
Energía
Contemplando Situación Actual Optimizada



GRÁFICA N° 23
Beneficios de un proyecto de Ahorro de
Energía
Sin Contemplar Situación Actual Optimizada



4.2.3. Alternativas de Solución

Una vez encontrada la forma de optimizar la situación actual, si desafortunadamente el problema no puede ser resuelto completamente aplicando dicha optimización, entonces habrá de buscar la solución de algunas otras formas que sean factibles técnica y legalmente, a las cuales llamaremos alternativas técnicas de proyecto, que para el alumbrado público son varias.

Las alternativas técnicas de proyectos de alumbrado público que se pueden diseñar para resolver los problemas de los casos de estudio, deben apegarse desde el punto de vista técnico a las disposiciones de la CFE y a las políticas del sector energético nacional, así como a los procedimientos, especificaciones y normas de calidad condicionadas por el desarrollo tecnológico de la industria eléctrica y las fuentes suministradoras de energía, para la introducción, conservación, mantenimiento y reposición del servicio; y desde el punto de vista ornamental, el tipo de alumbrado público está determinado por los reglamentos locales.

Cada entidad federativa cuenta con criterios de seguridad estructural y de construcción que deben contemplarse, como por ejemplo, pudieran ser algunas orientaciones complementarias para el mantenimiento ambiental:

- Las alturas mínimas para tendido de líneas sobre postes deberán ser de 7.5 metros en baja tensión y de 10.5 metros en alta tensión. La separación máxima

entre postes deberá ser de 30 metros. La altura mínima de acometida eléctrica deberá ser de 5.5 metros, con un desarrollo máximo de línea de 30 metros.

- La altura mínima permitible de luminarias deberá ser de 4.8 metros y la máxima de 12 metros. Su espaciamiento mínimo deberá ser de 25 metros. Y la intensidad lumínica mínima deberá ser de 2.15 luxes.

Cuando las alternativas de proyecto se dirijan a la introducción o reposición del servicio de alumbrado público, éstas, además de contemplar lo establecido por los diferentes reglamentos enunciados, deberán ser diseñadas bajo criterios de optimización, tanto en lo que respecta a la inversión como en su operación, ya que por la misma naturaleza de los insumos que requiere el servicio, los costos se tornan elevados para la economía de los municipios. Es por ello que las alternativas de proyectos deben tratar de asegurar que los municipios puedan administrar y operar el sistema económica y eficientemente, para lo cual se recomienda considerar las siguientes medidas de optimización en la preparación de alternativas:

- Instrumentar programas de reparación y mantenimiento preventivo, en que la población participe reportando las luminarias apagadas o con fallas, y que el organismo de la prestación del servicio diseñe las rutas de mínimo costo para el recorrido de las unidades de servicio, ahorrándose así, tiempo, combustible y mantenimiento de las unidades, además de prestarse el servicio con oportunidad e impedirse la acumulación de desperfectos y el subempleo de los equipos y personal de servicio.
- Establecer un sistema para el control de los inventarios de refacciones. Cuando se diseñen las rutas de servicio, que también se asignen y registren las salidas de las refacciones y herramientas necesarias para reparar las fallas reportadas, impidiéndose así las pérdidas de equipos.
- Introducir un sistema de contabilidad de costos capaz de proporcionar información para presupuestar los costos de los proyectos, y así poder implementar un sistema de cobro del servicio suficiente para cubrir los costos; además, que permita llevar un control de inventarios de materiales y de los usos y costos, tanto de materiales como de mano de obra.
- Elaborar estrategias de financiamiento del servicio (este sistema lo analizaremos detalladamente más adelante).
- El racionamiento del servicio mediante la alternativa del encendido de luminarias conforme oscurezca.

- El uso de equipos de menor consumo de energía eléctrica (previo contrato de cuota variable con la CFE).

NOTA. Todas estas consideraciones se convierten en opciones de la alternativa de proyecto (o sub alternativas), pudiendo existir más de una de ellas, por lo que cada una tendría que ser evaluada por separado para comprobar si conviene o no integrarlas en la formulación de la alternativa de proyecto y asegurarnos de aplicar la mejor. De esa forma se irán creando alternativas de proyecto que minimicen los costos.

Para los proyectos de ahorro de energía en el alumbrado público, cuyo objetivo es lograr que el sistema consuma menos energía eléctrica, las alternativas de proyecto se conforman por la propuesta de reemplazo de los equipos actuales del sistema por otros de menor consumo. Por decir un ejemplo, el cambio de lámparas de vapor de mercurio por lámparas de vapor de sodio (de menor carga sin afectar los niveles de iluminación), el cual se realiza simultáneamente con el cambio de balastro del tipo autorreguladora, ya que es necesario para la instalación de los dispositivos ahorradores, que es un siguiente paso para contribuir al ahorro de energía.

Los proyectos de ahorro de energía prometen ser una oportunidad para que los municipios ahorren mucho de sus recursos escasos, pues como en un principio mencionamos, el pago de energía por alumbrado público de los municipios urbanos es considerable.

Veamos en el Cuadro N° 23 una comparación de 1000 lámparas para alumbrado público, equivalentes en consumo, KWh, y su facturación en pesos, que pudieran ser alternativas posibles de ahorro de energía.²³

23 Ver "Propuesta de ahorro de energía eléctrica para un municipio modelo". En http://www.fide.org.mx/municipales/Formatos-2008/municipio_modelo.pdf

Cuadro N° 23
Comparación de 1000 lámparas para alumbrado público, equivalentes en consumo, KWh, y su facturación en pesos

	Luz Mixta	Vapor de Mercurio*	Aditivos Metálicos**	Vapor de Sodio en Alta Presión*
Precio relativo por unidad	30	75	200	100
Watts por lámpara	500	250	150	150
Lumens por lámpara	13,000	13,000	13,700	16,000
Horas de vida útil	12,000	24,000	10,000 a 20,000	24,000
Consumo KWh/mes	228,000	114,000	68,400	68,400
Facturación Mensula \$	401,052.00	200,526.00	120,316.00	120,316.00

* En los casos de las lámparas de Vapor de Mercurio y Vapor de Sodio en alta presión, se incluye en los cálculos un 25% de pérdidas en el Balastro.

** Con balastro electrónico y lámpara Powerball.

Otra alternativa para el ahorro de energía pudiera ser el cambio de posición de la lámpara, es decir, tener las lámparas en posición vertical (tipo suburbano) es aproximadamente un 60% más eficiente que tenerlas en posición horizontal (tipo "OV").

4.2.4. Identificación, Cuantificación y Valoración de Beneficios y Costos Privados y Sociales

Una vez detectadas las posibilidades de solución del problema o de aprovechamiento de la oportunidad, correspondería identificar cuáles son los beneficios y costos, tanto privados como sociales que cada alternativa de proyecto generaría; luego, determinar la cantidad de dichos beneficios y costos, para posteriormente otorgarles un valor en términos monetarios. A medida que los beneficios y costos que promete generar cada alternativa de proyecto puedan ser medibles, se podrán saber los alcances de cada una, serán comparables entre sí y se podrá calcular su rentabilidad.

Veamos pues, cuáles son estos beneficios y costos privados y sociales para los proyectos de alumbrado público.

4.2.4.1. Beneficios y Costos Privados

Para analizar cuáles son los beneficios y costos privados de los proyectos de alumbrado público, hay que distinguir, dada su diferencia característica, a los beneficios privados de los proyectos de Instalación y Reposición del servicio, de los beneficios privados de los proyectos de ahorro de energía. Y los costos privados los analizaremos en términos generales, debido a que conceptualmente se relacionan con cualquier proyecto.

A) Beneficios Privados de los Proyectos de Instalación y Reposición del Servicio.

Los beneficios privados de estos proyectos corresponden a los ingresos por el cobro del servicio a precios de mercado, que se estime percibirá el organismo operador (más adelante dedicaremos especial atención al cobro de derechos por el servicio de alumbrado público). Por lo tanto, el beneficio privado que generan los proyectos de instalación y reposición del servicio de alumbrado público, se identifica como el ingreso por la prestación de dicho servicio por unidad de medida;²⁴ entonces, la cuantificación de tal beneficio es igual a la estimación de la cantidad de unidades sobre las que se cobrará la prestación del servicio, y su valoración, al resultado de la cuantificación por el precio de mercado unitario (tasa o cuota del derecho por prestación del servicio).

B) Beneficios Privados de los Proyectos de Ahorro de Energía.

La cualidad de los proyectos de ahorro de energía, es que contribuyen a minimizar los costos del servicio de alumbrado público, por lo que el beneficio privado que produce es el ahorro en costos, es decir, la menor erogación en costos de operación del servicio, por la disminución en el consumo de energía eléctrica.

La cuantificación de dicho beneficio consiste en calcular el monto total de ahorro de energía en Kilowatts Hora (KWH), que el proyecto tendrá capacidad de generar en cada año de su vida útil; y su valoración corresponderá al resultado de la cuantificación, ahorro de energía en KWH/año por el precio de mercado de la energía eléctrica (tarifa por KWH).

²⁴ La unidad de medida se determina bajo criterios establecidos en cada localidad, por lo que en algunos casos difieren. Este tema se analizará con mayor detalle más adelante.

Costos Privados de los Proyectos de Alumbrado Público

Los costos privados de los proyectos de alumbrado público corresponden a los costos de inversión presupuestados y los costos de operación y mantenimiento proyectados para el proyecto a lo largo de su vida útil, cuya cuantificación consiste en determinar el número o cantidad de unidades de cada uno de los recursos que se requieren para ejecutar el proyecto (para su instalación y funcionamiento); que para valorarse, se multiplican por sus respectivos precios por unidad existentes en el mercado.

4.2.4.2. Beneficios y Costos Sociales

Para describir los beneficios y costos sociales de los proyectos de alumbrado público, también haremos la distinción entre sus tipos para identificar sus beneficios sociales, pues los propósitos de cada uno de ellos y algunos de sus efectos en la comunidad son diferentes.

A) Beneficios Sociales de los Proyectos de Instalación del Servicio

Al instalarse el servicio de alumbrado público en una comunidad que carecía del mismo, se le proporciona una serie de beneficios que contribuyen a elevar su bienestar, debido a que se atienden necesidades, que al ser satisfechas, ocasionan que la comunidad viva más cómodamente, con mayor goce y seguridad; con ello existe la posibilidad de que aumente su productividad. Son muchos los beneficios sociales que se pueden obtener del alumbrado público, y la cantidad de ellos dependerá de las características particulares de cada comunidad. Analicemos a continuación algunos de los beneficios sociales más relevantes que proporciona un proyecto de instalación del servicio de alumbrado público.

En una zona donde no existe el servicio de alumbrado público (eléctrico), se presta el servicio de alguna forma artesanal (con lámparas de gas u otros combustibles) o la población utiliza algún método para crear la iluminación necesaria para efectuar actividades nocturnas en las calles (tales como el uso de pilas y baterías eléctricas para alimentar linternas, combustibles para elaborar antorchas o alimentar lámparas, etc.). El uso de estos recursos representa un costo para la sociedad, debido a que éstos podrían ser empleados en otras actividades productivas.

Con el proyecto de alumbrado público se abandonarían los métodos de iluminación actuales, por lo que el proyecto generaría un beneficio por liberación de recursos que se podrán emplear en otros usos productivos que sería igual al monto de los costos en los que se incurre actualmente por emplear dichos recursos.

El alumbrado público también proporciona seguridad en las calles, para su población y para sus pertenencias. En este sentido, el alumbrado público funge como complemento de los servicios nocturnos de vigilancia preventiva de la policía, ya que, estando adecuadamente iluminada una ciudad o poblado, se está contribuyendo a evitar delitos en la vía pública, entre otros, los que atentan contra la integridad física y económica de la ciudadanía.

Además, el alumbrado público proporciona seguridad vial, ya que permite el tránsito vehicular y peatonal durante las noches, con una mayor visibilidad, reduciéndose así la incidencia de accidentes.

El alumbrado público, al reducir los efectos negativos, tiene un beneficio social, porque se conserva la mano de obra productiva, se da confianza para realizar actividades económicas nocturnas con horarios más amplios, se ahorran recursos para atención médica o reparaciones materiales, y la población se puede tornar atractiva al turismo y a la inversión.

Otro beneficio social del alumbrado público, es servir de complemento a las necesidades de ornato de las ciudades o poblaciones, ya que contribuye a su embellecimiento nocturno, puesto que la iluminación de calles, avenidas, parques, jardines y plazas, incluyendo las fachadas de edificios públicos como palacios, iglesias, fuentes y monumentos, mejoran notablemente la imagen urbana, fomentándose así, por su atractivo, la actividad turística, la captación de recursos productivos y las mejores condiciones del ambiente ciudadano.

La cuantificación de los beneficios de seguridad y ornato por alumbrado público es difícil, debido a que no se puede saber con exactitud qué proporción de dichos beneficios se le atribuirían al alumbrado público, ya que los costos o problemas que evita, también pueden ser ocasionados por otros factores que nada tengan que ver con la iluminación. Sin embargo, se sabe y reconoce que la iluminación tiene una fuerte influencia para resolver parte de dichos problemas, por lo que es conveniente realizar una descripción cualitativa de los alcances que se esperan al ejecutar un proyecto de alumbrado público. O bien para el caso de los accidentes, si se cuenta con información estadística acerca de la cantidad y valor de los daños materiales y gastos médicos en los que se ha incurrido por periodo, en la zona de estudio, y esta información está clasificada por causa, habría que restarle los accidentes ocasionados por fallas mecánicas y por estado de ebriedad y otros bien especificados que no se relacionen con la falta de iluminación, para con ello estimar su crecimiento a través del tiempo con base en una tasa promedio, lo que nos ayudaría a calcular el valor aproximado de los costos por accidentes atribuibles a la falta de iluminación, que se presentarían en cada uno de los años del horizonte de planeación, si el proyecto no se

realizara, costos que al ejecutar el proyecto se evitarían, y por ende, el valor de dichos costos se transformaría en beneficios del proyecto.

En cuanto a los asaltos, robos y otros delitos que se puedan atribuir a la falta de iluminación, se podrían tomar como referencia empírica, casos similares en los que se ejecutó un proyecto de instalación del servicio de alumbrado público, para tener como base el efecto en la disminución de dichos delitos aminorados por el proyecto (medidos según las pérdidas materiales); y la tasa porcentual promedio de variación de los delitos en los casos modelo, se aplicaría a los registros actuales de dichos delitos en el caso de estudio, siendo su resultado el beneficio aproximado que para estos conceptos se esperaría del proyecto.

Así, todo beneficio social que el analista de proyectos identifique para el caso particular que estudie, tendría que tratar de encontrar la forma de cuantificarlo, y de no ser posible, entonces hacer su descripción cualitativa, la cual se debe tomar en cuenta para la toma de la decisión de ejecutar o no el proyecto.

Los beneficios del proyecto que se identificaron que generará a toda la comunidad de la zona de estudio, se deben valorar a precios sociales, con el fin de que representen el verdadero valor que para la sociedad de la localidad tienen dichos beneficios, ya que los precios de mercado bajo los cuales están valorados los beneficios detectados hasta ahora, esconden ese verdadero valor para la sociedad, debido a distorsiones existentes en la economía tales como subsidios, impuestos discriminatorios y especulación, entre otros. Para obtener los precios de mercado de los recursos se debe considerar un factor de conversión a precios sociales que se puede obtener aproximadamente para cada localidad.²⁵

B) Beneficios Sociales de los Proyectos de Reposición del Servicio

En los proyectos de reposición del servicio, los beneficios sociales básicamente se centran en el incremento de la satisfacción de las necesidades de ornato de las

25 *Para realizar una evaluación de tipo social, la mano de obra, capital, divisas y tasa de descuento, deben ser convertidos de precios de mercado a precios sociales, que reflejan el verdadero valor que para la sociedad representan, ya que los precios de mercado son precios distorsionados por la influencia de subsidios e impuestos discriminatorios que reducen o aumentan el precio de los bienes y servicios, dejando así de representar su precio el valor real, es decir, lo que en realidad cuesta a la sociedad el uso de esos recursos. Los factores de conversión son proporcionados por el Centro de Estudios para la Preparación y Evaluación de Proyectos (CEPEP), o a manera de ejemplo, véase una forma en la que se pueden calcular de manera aproximada los precios sociales para una localidad, en el Capítulo 1, Apartado 1.2.5., Tema COSTOS SOCIALES DIRECTOS, de esta Sección II del documento.*

ciudades y/o en el ahorro de costos de operación y mantenimiento de los equipos. Cuando en una ciudad o una zona de la ciudad, las características arquitectónicas de sus edificaciones cambiaron, puede ser que los equipos de alumbrado público no tengan un diseño o no otorguen la iluminación compatible con dichas características. Si la zona en cuestión resulta más atractiva tanto para sus habitantes como para sus visitantes, al modernizar o adecuar las instalaciones de alumbrado público, ese hecho generará mayor comodidad y bienestar a la población, lo que abre la posibilidad de que se traduzca en una mayor productividad de la población en su conjunto.

Si el objetivo del reemplazo del servicio es obtener un mayor beneficio por el aumento de la satisfacción de las necesidades de ornato ciudadanas, la cuantificación exacta de éste sería muy difícil; sin embargo, se podría apreciar su importancia y valor en términos cualitativos, por lo que se tendría que realizar una descripción de las ventajas y alcances del proyecto. Por otra parte, en este caso el valor de desecho (residual) de los equipos actuales es considerable, y al desocuparlos con el proyecto, se da la posibilidad de utilizarlos en otras zonas para la instalación del servicio, por lo que existe también un beneficio por liberación de recursos que puede ser cuantificado y valorado por el monto del valor de desecho de dichos recursos a precios sociales.

En cuanto a la obtención de beneficios por ahorro de costos de operación y mantenimiento, se pueden dar en su caso de que el proyecto tenga el propósito de reemplazar instalaciones de alumbrado público que técnicamente se han vuelto obsoletas, y que para mantenerlas funcionando se incurre en altos costos en comparación a los estándares existentes, ya que presentan fallas más frecuentes y su antigüedad física requiere de renovaciones marginales (mantenimiento). Entonces, el beneficio social sería la estimación del monto de ahorro en costos de operación y mantenimiento al cambiar de instalaciones a precios sociales. Además, las instalaciones antiguas deben tener un valor de desecho, aunque sea como materiales reciclables, lo que indica que el proyecto puede también otorgar un beneficio por liberación de recursos que podrán ser empleados en otras actividades económicas.

En un proyecto de reposición del servicio se puede contemplar el uso de equipos que ahorren energía, con el fin de incrementar los beneficios del proyecto. A continuación analizaremos cuáles serían esos beneficios sociales.

C) Beneficios Sociales de los Proyectos de Ahorro de Energía

Los proyectos de ahorro de energía proporcionan a la sociedad de una localidad y a su entorno beneficios por la disminución de costos sociales, tales como el uso

de recursos y la contaminación del medio ambiente, los cuales se traducen en términos de evaluación social de proyectos, en beneficio por liberación del recurso energía (el cual es escaso en nuestro país), y que puede ser dirigido a satisfacer las necesidades de otras actividades productivas u otra población. También se traduce en beneficio por la reducción de externalidades, ya que por cada kilowatt ahorrado se evitan 217.25 gr. de agentes contaminantes en la atmósfera, tales como Óxidos de Nitrógeno (NOX), Dióxido de Azufre (SO₂), causantes de la lluvia ácida, y Bióxido de Carbono (CO₂), que contribuye al aumento del efecto invernadero en la atmósfera, o que influirá a largo plazo en el incremento de la temperatura en la superficie terrestre y como consecuencia en un cambio global en el clima.²⁶

Por lo tanto, el beneficio social por ahorro de energía se mide con el monto total de Kilowatts Hora (KWH) que se estime disminuirá el consumo de energía, valorándose este a precio social; y sus externalidades positivas (disminución en contaminación) tendrán que ser expresadas cualitativamente, describiendo sus alcances.

Costos Sociales de los Proyectos de Alumbrado Público

Para obtener los beneficios sociales mencionados se requiere incurrir en costos sociales, pues el proyecto de alumbrado público que se quiere ejecutar necesitará emplear recursos que al ser usados en él, no podrán utilizarse para otras actividades o proyectos que también podrían generar beneficios (costo por uso de recursos). Dichos costos sociales serán, por lo tanto, los costos de inversión presupuestados y los costos de operación proyectados para el horizonte de planeación del proyecto, valorados a precios sociales de cada uno de los recursos a emplear (mano de obra calificada y no calificada, materiales nacionales e importados, etc.).²⁷

26 *Datos de la contaminación, proporcionados por el Fideicomiso para el Ahorro de Energía Eléctrica (FIDE). <http://www.fide.org.mx/municipales/servicios.html>*

27 *Para realizar una evaluación de tipo social, la mano de obra, capital, divisas y tasa de descuento deben ser convertidos de precios de mercado a precios sociales, que reflejan el verdadero valor que para la sociedad representan, ya que los precios de mercado son precios distorsionados por la influencia de subsidios e impuestos discriminatorios que reducen o aumentan el precio de los bienes y servicios, dejando así de representar su precio el valor real, es decir, lo que en realidad cuesta a la sociedad el uso de esos recursos. Los factores de conversión son proporcionados por el Centro de Estudios para la Preparación y Evaluación de Proyectos (CEPEP), o a manera de ejemplo, véase una forma en la que se pueden calcular de manera aproximada los precios sociales para una localidad, en el Capítulo 1, Apartado 1.2.5., Tema COSTOS SOCIALES DIRECTOS, de esta Sección II del documento.*

4.2.5. Selección de Alternativas de Proyecto y Medición de su Rentabilidad

Una vez identificados, cuantificados y valorados tanto los beneficios como los costos sociales de las alternativas del proyecto, corresponderá seleccionar la mejor alternativa y comprobar su rentabilidad social, lo cual proporcionará información que mostrará la conveniencia del proyecto para la localidad, lo que ayudará en la toma de la decisión de ejecutarlo o no.

Los indicadores que nos proporcionarán dicha información, son el Valor Actual Neto (VAN) o el Valor Anual Equivalente (VAE) y la Tasa Interna de Retorno (TIR), de los cuales el VAN o el VAE nos servirán para comparar entre alternativas de proyecto y poder seleccionar la mejor, y nos indicarán también la rentabilidad de cada una de ellas contemplando su costo de oportunidad. Esto es, incluyendo como costo de cada alternativa el sacrificio de rentabilidad que se realizaría al emplear los recursos en ejecutar la alternativa de proyecto, en vez de la segunda mejor opción para invertir dichos recursos (esta inversión puede ser para cualquier otro servicio o uso en la localidad), es decir, contemplando como costo lo que se deja de ganar por realizar el proyecto.

La aplicación del VAN o el VAE, nos daría como resultado el monto de beneficios netos (beneficios menos costos) en términos del valor actual de los recursos, que ganaría la sociedad al emplear los recursos en ejecutar la alternativa. Por lo tanto, el primer criterio de selección de la mejor alternativa debe ser la que obtenga mayor VAN o VAE, y el segundo sería tomar en cuenta los análisis cualitativos de costos y beneficios intangibles que realizamos para cada alternativa, para llegar a la decisión final, es decir, concluir cuál alternativa es la más rentable y si conviene ejecutar el proyecto (si el VAN es negativo, no conviene ejecutar el proyecto, pues se incurriría en pérdidas para la sociedad de la localidad, a menos que existan razones intangibles de peso que nos convenzan para su ejecución).

La razón para determinar si se aplicará el VAN o el VAE para la selección de la mejor alternativa de proyecto, radica en la duración de cada una de ellas; si la vida útil de las alternativas a comparar tiene la misma duración, el indicador del VAN es el más pertinente para su selección; pero si la duración de la vida útil de las alternativas es diferente, el indicador que se debe utilizar es el VAE, pues el resultado que arroja es un promedio de los beneficios netos a valor actual, con el que se puede comparar las alternativas sin privilegiar a las de mayor vida útil perjudicando a las de menor vida útil.

Para revisar la formulación matemática del VAN y el VAE véase Capítulo 2, apartado 2.1.1. de la Sección I, de este documento.

En cuanto a la TIR es el indicador de la rentabilidad del proyecto, es decir, la tasa de rendimiento que si se utiliza para descontar los beneficios netos de cada periodo del proyecto haría que el VAN fuera igual a cero. Por lo que, un proyecto cuya TIR sea mayor que la tasa de descuento es rentable, y un proyecto con una TIR menor que la tasa de descuento no es rentable. (Ver Capítulo 2, apartado 2.1.3. de la Sección I, de este documento)

EJEMPLO:

Supongamos que en nuestra localidad pretendemos realizar tres proyectos diferentes de alumbrado público, uno de instalación del servicio en una zona que carece del mismo; otro de reposición en una población de atractivo turístico, debido a la obsolescencia tanto tecnológica como estética del servicio, por lo que se opera con altos costos y es tema de crítica para sus visitantes; y uno de ahorro de energía, dado que se visualiza la oportunidad de disminuir el consumo de energía eléctrica (los costos) si se sustituyen las lámparas actuales de vapor de mercurio por lámparas nuevas de sodio alta presión.

Para asegurarnos de emplear nuestros escasos recursos convenientemente, se efectuó la evaluación socioeconómica de cada uno de ellos. Se detectaron las alternativas factibles de ejecutar, se identificaron, cuantificaron y valoraron a precios sociales los beneficios y costos que de acuerdo a las estimaciones generaría durante su vida útil cada uno de los proyectos, aplicándoseles los indicadores de rentabilidad (VAN, VAE y TIR), suponiendo una tasa de descuento social del 10%, para seleccionar la que más conviene al municipio. Dicha información se presenta en los Cuadros N° 24 a 31, de las que a continuación interpretaremos sus resultados.

A) Proyecto de Instalación del Servicio

En los Cuadros N° 24 y 25, que corresponden a las alternativas de proyecto de instalación del servicio, podemos observar que el VAN de ambas alternativas es positivo, por lo que las dos alternativas son rentables a una tasa de descuento del 10%. Y también podemos ver que el VAN de la alternativa 1 (4,508) con duración de 10 años, es menor que el de la alternativa 2 (4,730) con vida útil de 13 años; sin embargo, eso no quiere decir que la alternativa 2 sea mejor que la 1, puesto que el VAE de la alternativa 1 es mayor que el de la 2 ($694 > 642$); por lo que es más conveniente ejecutar la alternativa 1, ya que ésta será la que en términos sociales hará más rica a la localidad.

Por otra parte, la TIR de la alternativa 1 nos indica una rentabilidad del 20.65%, lo que quiere decir, que dicha alternativa tiene la capacidad de resistir un aumento en la tasa de descuento de 10.75 puntos porcentuales y continuar siendo rentable (si nuestras demás proyecciones son acertadas).

B) Proyecto de Reposición del Servicio

En cuanto a los Cuadros N° 26 y 28, que presentan el flujo de beneficios y costos de las alternativas de proyecto de reposición del servicio, se puede observar que el VAN de ambas alternativas son negativos, lo que indica que cuantitativamente (respecto a los beneficios y costos que se pudieron cuantificar y valorar) ninguna de ellas es rentable a una tasa de descuento del 10% (obsérvese que la TIR de ambas es menor que la tasa de descuento). Pero en este proyecto se identificó un beneficio por atracción del turismo, el cual no se pudo cuantificar debido a la dificultad de distinguir el monto que a tal efecto sería atribuible al proyecto, y más aún, cuantificarlo; sin embargo, se considera relevante y se estima que sus efectos bien pueden ser mayores que la pérdida de 952 mil unidades monetarias (correspondiente al VAN de la alternativa 2, que resultó mejor que la 1, pues $VAE\ 2 = -129 > VAE\ 1 = -505$) obtenida, sólo considerando los efectos (beneficios y costos) que se pudieron cuantificar, por lo que se puede creer conveniente su ejecución al incluir los beneficios intangibles.

Cuadro N° 26
ALTERNATIVA 1: PROYECTO REPOSICIÓN *
(miles de unidades monetarias)

AÑOS	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
BENEFICIOS:											
Ahorro de Costos de Operación y Mantenimiento**		750	838	927	966	1,058	1,151	1,194	1,290	1,387	1,434
Valor de Desecho (Rescate)											3,550
TOTAL BENEFICIOS	-	750	838	927	966	1,058	1,151	1,194	1,290	1,387	4,984
COSTOS:											
Inversión	10,000										
TOTAL COSTOS	10,000										
BENEFICIOS NETOS:	-10,000	750	838	927	966	1,058	1,151	1,194	1,290	1,387	1,434
VAN (10%):	-3,279										
VAE	-505										
TIR:	1.59%										

* Datos hipotéticos

** Véase Cuadro N° 27.

NOTA: Obsérvese que se han omitido los costos de operación y mantenimiento del proyecto, debido a que no son relevantes en la evaluación, ya que sustituyen parte de los costos de operación y mantenimiento de la situación sin proyecto, en los que se incurriría, se ejecute o no el proyecto.

Cuadro N° 27
AHORRO DE COSTOS DE OPERACION Y MANTENIMIENTO
(miles de unidades monetarias)

AÑOS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Situación Sin Proyecto* (menos)	5,850	5,938	6,027	6,117	6,209	6,302	6,397	6,493	6,590	6,689
Situación Con Proyecto	5,100	5,100	5,100	5,151	5,151	5,151	5,203	5,203	5,203	5,255
BENEFICIO	750	838	927	966	1,058	1,151	1,194	1,290	1,387	1,434

* Corresponde a los costos de operación y mantenimiento de la Situación Actual Optimizada.

Cuadro N° 28
ALTERNATIVA 2: PROYECTO REPOSICIÓN *
(miles de unidades monetarias)

AÑOS	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
BENEFICIOS:														
Ahorro de Costos de Operación y Mantenimiento**		1,250	1,338	1,427	1,471	1,517	1,563	1,610	1,658	1,707	1,757	1,808	1,860	1,913
Valor de Desecho (Rescate)														3,550
TOTAL BENEFICIOS	0	1,250	1,338	1,427	1,471	1,517	1,563	1,610	1,658	1,707	1,757	1,808	1,860	5,463
COSTOS:														
Inversión	13,000													
TOTAL COSTOS	13,000													
BENEFICIOS NETOS:	-13,000	1,250	1,338	1,427	1,471	1,517	1,563	1,610	1,658	1,707	1,757	1,808	1,860	5,463
VAN (10%):	-952													
VAE	-129													
TIR:	8.66%													

** Véase Cuadro N° 29.

NOTA: Obsérvese que se han omitido los costos de operación y mantenimiento del proyecto, debido a que no son relevantes en la evaluación, ya que sustituyen parte de los costos de operación y mantenimiento de la situación sin proyecto, en los que se incurriría, se ejecute o no el proyecto.

Cuadro N° 29
AHORRO DE COSTOS DE OPERACION Y MANTENIMIENTO
(miles de unidades monetarias)

AÑOS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Situación Sin Proyecto* (menos)	5,850	5,938	6,027	6,117	6,209	6,302	6,397	6,493	6,590	6,689	6,789	6,891	6,994
Situación Con Proyecto	4,600	4,600	4,600	4,546	4,692	4,739	4,787	4,835	4,883	4,932	4,981	5,031	5,081
BENEFICIO	1,250	1,338	1,427	1,571	1,517	1,563	1,610	1,658	1,707	1,757	1,808	1,860	1,913

* Corresponde a los costos de operación y mantenimiento de la Situación Actual Optimizada.

C) Proyecto Ahorro de Energía

Por último, en el Cuadro N° 30 se muestra el flujo de beneficios y costos del proyecto ahorro de energía, el cual resulta ser rentable, y por lo tanto conveniente su ejecución, pues a los beneficiarios del mismo les ahorrará 28.5 miles de unidades monetarias a una tasa de descuento del 10%, que mientras sea menor que 12.88% (TIR), el proyecto continuará siendo rentable.

Cuadro N° 30
PROYECTO AHORRO DE ENERGIA *
(miles de unidades monetarias)

AÑOS	0	1	2	3	4	5
BENEFICIOS:						
Ahorro de Energía**		77	77	77	77	77
Disminución Costos de Mantenimiento		26	26	26	26	26
Valor de Desecho (Rescate)						59
TOTAL BENEFICIOS	0	102	102	102	102	161
COSTOS:						
Inversión	393					
TOTAL COSTOS	393					
BENEFICIOS NETOS:	-393	102	102	102	102	161
VAN (10%):	28.50					
TIR:	12.88%					

* Datos hipotéticos.

** Véase Cuadro N° 31.

NOTA: Obsérvese que se han omitido los costos de operación y mantenimiento del proyecto, debido a que no son relevantes en la evaluación, ya que sustituyen parte de los costos de operación y mantenimiento de la situación sin proyecto, en los que se incurriría, se ejecute o no el proyecto.

Cuadro N° 31
AHORRO DE ENERGÍA

SITUACIÓN	Período de Operación (hrs/día)	Consumo Anual (KWH)	Tarifa (\$KWH)	Importe Anual (\$)
Situación Sin Proyecto* (menos)	11.5	535,721	0.55115	295,263
Situación Con Proyecto	11.5	396,830	0.55115	218,713
BENEFICIO		138,891		76,550

* Corresponde a la situación Actual Optimizada.

CAPÍTULO 5

Proyectos de Inversión en los Servicios de Limpia, Recolección, Traslado, Tratamiento y Disposición Final de Residuos

Un problema al que se enfrentan tarde o temprano todos los municipios del país, es qué y cómo hacer para eliminar los residuos sólidos municipales o basura doméstica que se genera por el consumo cotidiano de su población, problema que crece conforme aumenta el número de habitantes y los hábitos de consumo pasan de tradicionales a contemporáneos. La acumulación de estos residuos se incrementa y de no ser atendida adecuadamente, causa molestias de espacio, contaminación e insalubridad.

En la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, artículo 4o. se establece que toda persona tiene derecho a la protección de la salud y a un ambiente adecuado para su desarrollo y bienestar; asimismo, conforme el artículo 115, fracción III, inciso c), se ordena la obligación para los Ayuntamientos de realizar las funciones y servicios públicos en materia de limpia, recolección, traslado, tratamiento y disposición final de residuos, es importante señalar que en el citado artículo se establece que sin perjuicio de su competencia constitucional, en el desempeño de las funciones o la prestación de los servicios a cargo de los municipios, éstos deberán observar lo dispuesto por las leyes federales y estatales.

En este contexto, en la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos se dispone que es facultad de la Federación formular, conducir y evaluar la política nacional en materia de residuos, así como elaborar el Programa Nacional para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, en el marco del Sistema Nacional de Planeación Democrática establecido en la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos. En este marco, el Plan Nacional de Desarrollo 2007-2012, considera entre los objetivos de su *eje rector 4, "Sustentabilidad ambiental"*, el reducir el impacto ambiental de los residuos favoreciendo su valorización, así como

el diseño y construcción de infraestructura apropiada que permita la recolección, separación, reciclaje y disposición final de los mismos, y vigilar que se cumpla con la normativa vigente en las instalaciones y en las operaciones de manejo de residuos; y el *Programa Nacional para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos 2009-2012*, contiene la política ambiental, el diagnóstico, objetivos, líneas de acción, estrategias y metas para la gestión de los residuos, con el propósito de impulsar su prevención y gestión integral, a través de la minimización, separación en fuente, reutilización y reciclaje, valoración material y energética y disposición final restringida y apropiada, bajo esquemas de responsabilidad compartida y diferenciada.

En la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos se establecen tres tipos de residuos: peligrosos, de manejo especial y sólidos urbanos, los cuales se definen como sigue:

Residuos Peligrosos: Son aquellos que posean alguna de las características de corrosividad, reactividad, explosividad, toxicidad, inflamabilidad, o que contengan agentes infecciosos que les confieran peligrosidad, así como envases, recipientes, embalajes y suelos que hayan sido contaminados cuando se transfieran a otro sitio, de conformidad con lo que se establece en esta Ley; (artículo 5-XXXII)

Residuos de Manejo Especial: Son aquellos generados en los procesos productivos, que no reúnen las características para ser considerados como peligrosos o como residuos sólidos urbanos, o que son producidos por grandes generadores de residuos sólidos urbanos; (artículo 5-XXX) y

Residuos Sólidos Urbanos: Los generados en las casas habitación, que resultan de la eliminación de los materiales que utilizan en sus actividades domésticas, de los productos que consumen y de sus envases, embalajes o empaques; los residuos que provienen de cualquier otra actividad dentro de establecimientos o en la vía pública que genere residuos con características domiciliarias, y los resultantes de la limpieza de las vías y lugares públicos, siempre que no sean considerados por esta Ley como residuos de otra índole. (artículo 5-XXXIII)

Para cada uno de estos tipos de residuos, en la citada Ley se define expresamente la competencia de su regulación, a la Federación, las entidades federativas y los municipios, respectivamente. La regulación en materia de residuos peligrosos que compete a la Federación está considerada en el Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos; y como en la Ley sólo se establecieron bases, principios y disposiciones generales para orientar la elaboración de ordenamientos locales, con base en los diagnósticos básicos de la situación de los residuos correspondientes, el régimen jurídico en el que se sustenta la gestión

integral ambientalmente adecuada de los residuos de manejo especial y los residuos sólidos urbanos, se complementa en los ordenamientos legales de cada entidad federativa (leyes, reglamentos y normas técnicas) y de sus respectivos municipios (reglamentos, bandos municipales y otros).

En este análisis nos limitaremos al estudio de los residuos sólidos urbanos, que son los que por su naturaleza de servicio comunitario y en base a las leyes atañen netamente a los gobiernos locales.

Como es de esperarse, el cumplimiento por parte de los Ayuntamientos municipales en la prestación de los servicios públicos de limpia, recolección, traslado, tratamiento y disposición final de residuos sólidos urbanos, conforme el marco jurídico descrito, implica el uso de recursos humanos, financieros y materiales; pero como los recursos son limitados y existen otras necesidades a satisfacer, se debe tratar de minimizar su utilización, es decir, incurrir en el mínimo costo para la captación y eliminación dichos residuos, y así conseguir la mayor rentabilidad socioeconómica posible.

A continuación se exponen algunos aspectos a considerar para la evaluación socioeconómica de proyectos de inversión en los servicios de limpia, recolección, traslado, tratamiento y disposición final de residuos sólidos urbanos.

5.1. ASPECTOS A CONSIDERAR PARA LA EVALUACIÓN SOCIOECONÓMICA DE PROYECTOS DE INVERSIÓN EN LOS SERVICIOS DE LIMPIA, RECOLECCIÓN, TRASLADO, TRATAMIENTO Y DISPOSICIÓN FINAL DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS

Con independencia del mandato jurídico descrito anteriormente, los proyectos municipales de captación y eliminación de residuos tienen naturaleza social, pues benefician a la población en su conjunto. Este beneficio obtenido por dicho servicio es medido por el valor que se le asigna al poderse deshacer de los residuos y no mantenerlos en la comunidad impidiendo así un daño ecológico y de salud pública (Ver Cuadro N° 32), lo que se puede alcanzar con diversas alternativas de proyecto. Es decir, a los usuarios del servicio les interesa desechar sus residuos para evitar las molestias, independientemente de cómo se logre esto. Dado que en este caso los beneficios obtenidos con cualquier alternativa serán los mismos, nos alejaremos del criterio de evaluación convencional “*costo-beneficio*” para adoptar el criterio “*costo-eficiencia*”, el cual nos ayudará a seleccionar y ejecutar la alternativa de proyecto para la prestación del servicio municipal de limpia que minimice los costos privados y sociales. (Ver apartado 2.1.2. Principio Costo-Eficiencia, del Capítulo 2, Sección I, de este documento)

Cuadro N° 32
Ejemplos de Peligros Tradicionales y Modernos para la Salud
que Representan los Residuos

Peligros tradicionales	Peligros modernos
<ul style="list-style-type: none"> • Enfermedades transmitidas por vectores (como el dengue cuyo mosquito transmisor se reproduce en envases vacíos, llantas usadas y otros recipientes desechados en la intemperie y que se llenan de agua) • Agua contaminada con coliformes fecales y pobre saneamiento básico • Peligros de daño en la agricultura (incluidos los derivados de la quema de residuos agrícolas) 	<ul style="list-style-type: none"> • Contaminación ambiental por residuos sólidos y peligrosos (incluida la derivada de la liberación de metano producido por la biodigestión de residuos orgánicos que contribuye al cambio climático, del incendio de basureros o de la incineración inadecuada de residuos que liberan dioxinas y furanos que son contaminantes orgánicos persistentes) • Uso de agroquímicos y otras sustancias tóxicas o peligrosas (que al desecharse se convierten en residuos peligrosos al igual que sus envases vacíos)

Fuente: Tomado de Programa Nacional para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos 2009-2012, que cita, modificado de: A. Yassi, T. Kjellström, T. De Kok y T.L. Guidotti. *Salud Ambiental Básica. INHEM, OMS, PNUMA. Red de Formación Ambiental. Serie Textos Básicos para la Formación Ambiental 7. 2002.*

Es importante señalar que en la evaluación socioeconómica de proyectos de inversión de los servicios de limpia, recolección, traslado, tratamiento y disposición final de residuos, cada uno de ellos debe ser analizado por separado, es decir, si un proyecto abarca integralmente la encomienda constitucional a los municipios dispuesta en el artículo 115- III, c), se debe dividir en subproyectos que serán evaluados en lo particular. Conviene hacerlo así, porque cada uno de ellos emplea recursos diferentes, tiene vida útil distinta y su actividad genera efectos positivos y negativos a diferentes individuos, por lo que su rentabilidad también difiere.

A continuación presentamos algunos de los aspectos a considerar para la evaluación socioeconómica de cada uno de los citados servicios.

5.1.1 Limpia

El servicio de limpia se divide en dos etapas, el barrido y el almacenamiento, mismas que a su vez también se deben subdividir para realizar el análisis, veamos a continuación en qué consisten.

Barrido.

Se entiende como barrido las acciones que la dependencia municipal u organismo responsable de la prestación del servicio de limpia realiza, para mantener limpios y en condiciones estéticas los centros de población que pertenecen al municipio.

Se piensa en un proyecto de barrido cuando el actual servicio no es suficiente, y por su deficiencia se permite la acumulación de residuos en las calles, parques, plazas y demás centros públicos, ocasionándose así costos sociales y económicos por la insalubridad y antiestética que se genera, por lo que es conveniente emplear mayores recursos para realizar dicha actividad. También se piensa en un proyecto de barrido cuando los costos actuales para la prestación del servicio son altos, siendo entonces susceptibles de ser reemplazados por otros recursos tecnológicamente más avanzados que sean capaces de generar un ahorro en los costos.

Las alternativas de proyecto que se formulen para darle solución a alguno de los problemas enunciados se deben comparar entre sí, incluyéndose entre dichas alternativas la situación actual, pero optimizada, que sería emplear los mismos recursos adicionando tan sólo inversiones pequeñas o labores de gestión administrativa o legal que anulen o disminuyan el problema. En el servicio de barrido una forma de optimizar la situación actual podría ser imponiendo sanciones a las personas que depositen sus residuos en los lugares públicos, esperando que con ello se reduzca la cantidad de basura tirada en zonas públicas.

Con el fin de reducir los costos privados y sociales del servicio de barrido, las alternativas de proyecto deben considerar, por ejemplo, los siguientes factores:

- Cuál sería el horario más conveniente de barrido para cada zona del municipio, esto es, se tiene que elegir un horario para desempeñar dicha actividad en el cual se provoquen los menores costos tanto por externalidades como de operación, tales como interrumpir el sueño de los ciudadanos por los ruidos que se emiten, detener el tránsito vehicular y peatonal, que la población inhale el polvo en suspenso que se genere, etc.
- Cuál sería la frecuencia óptima para la prestación del servicio, que permitiera una utilización más eficiente de los recursos, para lo que se tendría que estimar, para cada zona del municipio, en cuánto tiempo se acumula la suficiente basura que exija el servicio para evitar los efectos negativos, ya que existe cierta tolerancia de basura a mantener en lugares públicos por lo que no es necesario realizar un barrido muy frecuente, permitiéndose de esa manera

liberar los recursos para que realicen el barrido en otros lugares, siendo esto un ahorro de costos privados y sociales para el municipio;

- Y cuál es el equipo de barrido más conveniente o menos costoso a lo largo de la vida útil del proyecto de barrido, puesto que un equipo mecánico de barrido (barredoras o aspiradoras) representa un costo de inversión alto en comparación al costo de inversión en tambos y escobas, pero puede ser que los costos de operación tengan un comportamiento inverso, por lo que habría necesidad de analizar cuál sería el menor costo para el caso.

Almacenamiento.

El almacenamiento es una etapa previa a la recolección, en la cual los usuarios de ese servicio guardan y acumulan los residuos que generan en algún lugar del exterior de sus domicilios, ya sea en botes, bolsas o contenedores, en espera de que sean recogidos.

En esta etapa, cuyo proceso es realizado por los mismos usuarios del servicio y el personal de barrido, es factible que se ahorren costos para las siguientes etapas del sistema de limpia, recolección, traslado, tratamiento y disposición final de residuos, y para la sociedad en su conjunto, puesto que los usuarios podrían almacenar sus residuos separándolos por tipo (vidrio, aluminio, cartón, plástico y orgánicos), facilitándose de esa forma el manejo de los residuos para su reutilización, (más adelante veremos detalladamente en qué consiste el manejo de residuos sólidos). Lo anterior implica menores movimientos (trabajo) en las operaciones, reducción de la cantidad de residuos que se destinarán al sitio de disposición final, aumentando en términos relativos su capacidad y el ahorro de recursos naturales que se extraen para la producción de envases y empaques.

Por ello sería conveniente que el Ayuntamiento estableciera en su reglamento de limpia la obligación de los usuarios a la separación de sus residuos y, para hacerlo cumplir podría imponer sanciones (multas) a quienes no lo hicieran, e incentivos (mediante descuentos en el cobro del servicio) a quienes lo realizaran. Además, estas dos acciones se pueden complementar efectuando una campaña de concientización acerca de la importancia que tiene el cuidado del medio ambiente para el bienestar de la población y dando a conocer los ahorros que se pretenden lograr.

5.1.2. Recolección

La recolección de residuos sólidos urbanos es el conjunto de operaciones que es preciso realizar para retirar los residuos del lugar donde son almacenados por los

usuarios del servicio (generadores de residuos). Ésta puede realizarse mediante el método de parada fija, que consiste en recoger los residuos estacionando el vehículo recolector en las esquinas en donde los usuarios del servicio de recolección acuden a entregar sus residuos; el método de acera, con el cual los trabajadores del servicio recogen los residuos almacenados en las aceras al exterior de los domicilios de los usuarios; y el método por contenedores, en el que se ubican depósitos de residuos para el servicio de una determinada área de usuarios, en los que dichos usuarios depositan sus residuos, permaneciendo almacenados hasta que el vehículo recolector llega a llevárselos.

Cada uno de los métodos de recolección anteriores se emplean en casos particulares, según las características de la zona atendida (infraestructura, acceso, estrato social, tránsito, etc.), y generan diferentes costos tanto al organismo operador (costos privados) como a los usuarios y otros individuos (costos sociales) para alcanzar el beneficio de eliminar los molestos residuos. Por lo que es indispensable realizar un análisis para determinar cuál es el método de recolección más conveniente (que sea factible técnicamente y menos costoso) en cada caso concreto en el proceso de adquisición de los equipos. Para esto, se deben considerar, por ejemplo, los siguientes factores:

- Las características urbanas de la zona tales como tipo de edificaciones, sus usos, densidad de población, etc., con lo que podremos estimar la cantidad de residuos que se generan y su composición, es decir, la demanda del servicio de recolección, para poder adecuar la oferta a los requerimientos.
- Las características topográficas para determinar el tipo y capacidad de los vehículos a utilizar (algunos tipos de vehículos tienen dificultad para acceder en zonas con pendientes muy prolongados, o su costo aumenta considerablemente).
- Considerar para la selección de equipos, vehículos de recolección cerrados y con capacidad de estancamiento, con el fin de impedir la suspensión de partículas contaminantes en el aire y evitar el derrame de líquidos también contaminantes en las calles; y analizar si es conveniente que dichos vehículos cuenten con compactadoras para aprovechar mejor su capacidad.
- Las características climatológicas y temperatura, pues estos factores influyen en la velocidad de descomposición de los residuos y, por ende, repercuten en la frecuencia de recolección (a temperaturas altas los residuos orgánicos se fermentan más rápido).

- La frecuencia de recolección para cada zona, que consiste en la periodicidad con la que se recogen los residuos de sus lugares de almacenamiento. Para algunos casos en que sea factible, es recomendable realizar la recolección de las zonas habitacionales tres veces por semana, pues esto representa un ahorro de costos de operación y la liberación de recursos para servir a otras zonas. En los mercados y centros comerciales conviene recolectar diariamente los residuos, debido a la composición orgánica de éstos.
- La infraestructura urbana, en especial las vías de circulación y el alumbrado público, ya que son factores que también condicionan el tipo de equipo de recolección a elegir para cada zona, según sea el ancho y el número de carriles viales, los radios de curvatura, el sentido de circulación de la vialidad, etc., variarán las dimensiones de los vehículos recolectores. Y la iluminación suficiente es un factor importante en aquellos casos en que se analice la conveniencia de efectuar recolección nocturna.
- Características del tráfico vehicular y/o peatonal, y la actividad de la zona. Porque estos factores además de la iluminación son determinantes del horario óptimo (que minimice costos) para la recolección de residuos, ya que en una zona en la que durante el día existe un alto nivel de tránsito, los vehículos recolectores provocan problemas de congestionamiento, elevando así los costos sociales por el mayor consumo de combustible, pérdida de tiempo y molestias que se generan a otros individuos. Entonces, si la actividad de dicha zona no es habitacional (para que no se afecte el sueño de los usuarios con los ruidos que provoca la actividad del servicio), se puede pensar en implantar un horario nocturno de recolección que ahorre dichos costos sociales, libere recursos (los equipos) que durante el día puedan servir a otras zonas y se eleve la eficiencia del servicio (ahorrando costos privados), aunque posiblemente el factor mano de obra resulte un poco más costoso para el horario nocturno.
- Diseñar las rutas de recolección que optimicen los tiempos de recorrido de cada vehículo asignado a cada una de las zonas de la localidad, procurando así un máximo de eficiencia.

5.1.3. Tratamiento

Existe diversidad de tecnologías o métodos para tratar los residuos antes de su disposición final, tales como la incineración, la composta, la pirólisis y el reciclaje, los cuales tienen el objetivo de transformar los residuos sólidos con el propósito de aprovechar algunos materiales que contienen y reducir la cantidad de ellos para la disposición final. Para ello se deben separar del total de residuos, los materiales que

puedan tener valor económico, como son aluminio, cartón, fierro, vidrio, papel, telas, madera, huesos y materia orgánica, entre otros, ya que según la composición de los residuos, es el tipo de tratamiento que se les puede aplicar.

Veamos en qué consiste cada uno de los métodos de tratamiento de residuos sólidos urbanos mencionados:

Incineración

Es la reducción de los residuos mediante su combustión, transformándolos en gases, cenizas y escorias. Cuando la cantidad de residuos generados por el municipio son suficientes, los residuos pueden servir de combustible para una planta termoeléctrica generadora de energía. Aunque para lograr incinerar grandes cantidades de toneladas de residuos se requiere de una planta adecuada, del uso de otros combustibles y de personal especializado, por lo que los costos de operación son altos, además de que se provoca contaminación en el aire por la emisión de gases y partículas, la cual si bien se puede evitar o reducir mediante algún método de depuración, esto implica la utilización de recursos adicionales y el aumento en costos privados.

Composta

Este método consiste en la exposición al aire de los residuos orgánicos para que éstos se fermenten, y así obtener como producto abono, el cual ofrece propiedades importantes para la agricultura, ya que este producto contiene elementos fertilizantes como nitrógeno, fósforo y potasio que, aunque sus porcentajes son bajos, existe una proporción equilibrada, los que también son útiles para regenerar y mejorar los suelos.

Los beneficios que puede generar la composta, según lo señalado, son evidentes; pero las instalaciones que se requieren para desarrollar adecuadamente el proceso de producción de la composta se deben proveer de equipos demasiado costosos, además de que el uso de la composta está supeditado a las temporadas agrícolas y un consumo local, dado que los costos de transporte de este producto son muy elevados, lo que lo coloca en desventaja competitiva con respecto a otros fertilizantes.

Pirólisis

La pirólisis consiste en descomponer los residuos orgánicos, mediante su exposición a altas temperaturas y en ausencia de oxígeno, con el fin de reducirlos a gases,

líquidos y demás residuos. Este método se puede emplear para la producción de carbón sintético, la recuperación de metanol, ácido acético y turpentina de madera; pero para ello se requiere reactores diseñados especialmente para tratar los residuos, el empleo de mano de obra altamente calificada y el uso de grandes cantidades de combustible para generar el calor necesario en su proceso.

Reciclaje

El reciclaje es un método de tratamiento de los residuos sólidos urbanos cuyo propósito es la extracción de entre los residuos de materiales susceptibles de ser reutilizados como bienes de consumo, tales como aluminio, fierro, plástico, cartón, papel, vidrio y tela, con la finalidad de ahorrar recursos naturales y reducir la cantidad de residuos que se viertan en el relleno sanitario. Para que dichos materiales sean reutilizados como bienes de consumo también se tienen que someter a un proceso de extracción y transformación como en los métodos anteriores, que si bien implica costos, éstos son menores que los costos en que se incurre al extraer y tratar estos materiales en bruto.

Como se puede observar, el tratamiento de los residuos sólidos urbanos es de suma importancia, debido a que pueden generar beneficios adicionales a la sociedad, tales como el ahorro de recursos naturales para la conservación del medio ambiente, el ahorro de costos privados en materias primas, la optimización de rellenos sanitarios aumentando relativamente su capacidad y el consumo de algunos productos, que se derivan del tratamiento.

Pero la obtención de dichos beneficios también implica incurrir en costos (sociales y privados) como son la construcción y operación de las plantas de tratamiento, el costo por contaminación que los procesos y residuos del tratamiento generan, además de que dichos residuos necesitan debido a su peligrosidad, de una disposición final especial y, por ende más costosa. Por tal razón, el servicio de tratamiento de los residuos sólidos urbanos, a excepción de los demás servicios, está sujeto a una evaluación bajo el criterio “costo-beneficio” por cada método de tratamiento que se pretenda emplear, para determinar si es conveniente para el municipio someter a tratamiento sus residuos sólidos urbanos.

5.1.4. Traslado y Disposición Final

El servicio de traslado (transporte) consiste en llevar los residuos, una vez que se han recolectado, hasta el sitio de disposición final donde se van a eliminar, o su entrega en alguna planta para su aprovechamiento. Debido a que los costos de transporte son considerados para la selección del sitio de disposición final

socioeconómicamente óptimo, en este apartado abordaremos el análisis de ambas etapas.

Actualmente en México como en el resto del mundo, el tema de la disposición final de residuos sólidos ha tomado significativa importancia, debido al aumento cada vez mayor de residuos generados, la cada vez menor disponibilidad de los recursos utilizados y el impacto ambiental que se puede producir por contaminación. Por ello, este servicio público se ha convertido en el más importante de los servicios municipales tratados en este capítulo, pues representa cuantiosos costos privados y sociales, por lo que es relevante evaluar socioeconómicamente las alternativas de proyecto de disposición final que se presenten, con el fin de seleccionar la que más convenga al municipio.

Hasta ahora, el método más adecuado para la disposición final de residuos sólidos es el relleno sanitario, el cual es considerado, según el proyecto de Norma Oficial Mexicana en la materia, NOM-083-SEMARNAT-2003 (que trata sobre las especificaciones de protección ambiental para la selección del sitio, diseño, construcción, operación, monitoreo, clausura y obras complementarias de un sitio de disposición final de Residuos Sólidos Urbanos y de manejo especial),²⁸ el más conveniente para ser utilizado en el país. En dicha norma oficial se define el relleno sanitario como:

Relleno Sanitario: Obra de infraestructura que involucra métodos y obras de ingeniería para la disposición final de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial, con el fin de controlar, a través de la compactación e infraestructura adicionales, los impactos ambientales.

La operación de un relleno sanitario consiste en depositar diariamente los residuos generados por la población, compactarlos para reducir su volumen entre un 50 y un 70 por ciento y finalmente cubrirlos con materiales de origen natural, con el propósito de controlar el ingreso de los organismos vivos, la humedad de los estratos de residuos, el movimiento de gas producido por la degradación de la materia orgánica, el inicio y propagación de incendios, la dispersión de residuos, y también

28 *Regula la disposición final de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial, que los sitios destinados a la ubicación de tal infraestructura, así como su diseño, construcción, operación, clausura, monitoreo y obras complementarias; se lleven a cabo de acuerdo a los lineamientos técnicos que garanticen la protección del ambiente, la preservación del equilibrio ecológico y de los recursos naturales, la minimización de los efectos contaminantes provocados por la inadecuada disposición de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial y la protección de la salud pública en general.*

proporcionar al sitio una apariencia adecuada. Los residuos y su recubrimiento que son depositados cada día conforman una celda, cada celda es contigua con la del día anterior y así sucesivamente hasta formar una hilera de celdas denominada franja, las que al irse juntando forman capas, a las que, por último, se les aplica un revestimiento denominado cubierta final que tapa todo el contenido de un relleno sanitario, con lo que finaliza su vida útil, cuya duración depende de su tamaño y la cantidad de residuos depositados en él diariamente.²⁹

Para la evaluación y selección de alternativas de proyecto para la disposición final de residuos urbanos se deben analizar conjuntamente tres importantes factores que influyen en los costos sociales de este tipo de proyectos. Estos son, el tipo de relleno sanitario y el tamaño y localización de los sitios de disposición final, con el fin de aplicar al proyecto la combinación de esos factores que minimice los costos, y así poder sugerir al municipio o municipios interesados, el proyecto de disposición final de residuos más conveniente. Enseguida analizaremos con más detalle estos factores.³⁰

A) El tipo de relleno sanitario.

Hay tres tipos usuales de rellenos sanitarios: el de trinchera, que son excavaciones en las que se van vertiendo los residuos y se cubren con arena; el de área, en el que los residuos son depositados al nivel del suelo y se van cubriendo hacia arriba formando una especie de montículos; y el mixto, que es una combinación de ambos. Cualquiera que sea el tipo de relleno puede ser utilizado, al finalizar su vida útil como parque o zona forestal (pero no para edificaciones). Estos tipos de rellenos sanitarios tienen diferentes costos y su aplicación depende básicamente de las condiciones físicas de los terrenos, por lo que habría que analizar para cada caso particular cuál es el más conveniente.

Conforme a la Norma Oficial Mexicana, los sitios de disposición final se categorizan de acuerdo a la cantidad de toneladas de residuos sólidos urbanos y de manejo especial que ingresan por día, como se muestra en el Cuadro N° 33.

29 *Para profundizar más acerca de los requisitos técnicos para el diseño de un relleno sanitario y la construcción de sus obras complementarias, véase la Norma Oficial Mexicana NOM-083-SEMARNAT-2003.*

30 *Dado que el recurso tierra para la disposición final de residuos es escaso, dos o más municipios se pueden coordinar para ejecutar un proyecto de disposición final de residuos sólidos urbanos, y así ahorrar recursos para la sociedad.*

Cuadro N° 33
Categorías de los sitios de disposición final

TIPO	TONELAJE RECIBIDO TON/DIA
A	Mayor a 100
B	50 hasta 100
C	10 y menor a 50
D	Menor a 10

B) Localización y tamaño del sitio de disposición final.

i) Factibilidad de los terrenos

Con el fin de detectar los menores costos sociales del traslado y disposición final de los residuos, se deben considerar las disposiciones técnicas contenidas en la NOM-083-SEMARNAT-2003, en su apartado "6. Especificaciones para la selección del sitio", entre los que se encuentran las siguientes:

- En localidades mayores de 2,500 habitantes, el límite del sitio de disposición final debe estar a una distancia mínima de 500 m (quinientos metros) contados a partir del límite de la traza urbana existente o contemplada en el plan de desarrollo urbano.
- Se detectan aquellos terrenos que dadas sus características (vientos dominantes, edafología, topografía y geohidrología) tengan un impacto menor sobre el medio ambiente y la población. Esto da la pauta para minimizar los costos sociales debido a las externalidades por contaminación, porque se evita que los olores expedidos por los residuos sean transportados por el viento a las zonas pobladas, y una mayor impermeabilidad de un terreno impide el drene de los líquidos que generan los residuos (llamados lixiviados) a los mantos freáticos, y por lo tanto, el agua subterránea y superficial no se contamina.
- Según sean las características físicas de los terrenos será el monto de inversión para acondicionarlos como relleno sanitario y los costos de operación para que funcionen.
- De entre los terrenos elegidos, se procede a cuantificar sus costos de oportunidad, que serán costos directos de cada una de las alternativas de proyecto. Estos se obtienen contemplando el precio de mercado actual de los terrenos aunque el terreno pertenezca al Ayuntamiento, ya que si no es utilizado en el proyecto el terreno podría ser empleado para alguna actividad productiva.

El municipio debe considerar el mejor uso potencial que se le pudiera dar a las alternativas de terreno, ya que si se utiliza como relleno sanitario se pierde la capacidad de producción que se tendría con otro uso, lo que representa la pérdida de un recurso productivo, y por lo tanto, un costo para la sociedad. Se considera el precio de mercado del terreno, porque este representa un indicador del valor actual aproximado de lo que sería capaz de producir en el futuro.

- En los terrenos aledaños a los sitios alternativos para la disposición final de los residuos, el proyecto genera externalidades, cuyos efectos pueden ocasionar la depreciación o apreciación del valor de dichos terrenos. Esto se puede medir mediante la diferencia entre el “valor de la tierra sin el proyecto” (a precios de mercado) y una estimación del “valor de la tierra con el proyecto” (a precios de mercado) usando la referencia empírica de otros casos similares, para lo que se puede consultar a la Comisión de Avalúos de Bienes Inmuebles Nacionales (CABIN). El comportamiento del valor de estos terrenos depende del uso que se les asigne a causa de las externalidades que provoca el proyecto. Si no existe cambio en el uso del terreno aledaño al relleno sanitario, entonces no existe depreciación, ni apreciación.
- Para la localización se debe tomar en cuenta el plan de desarrollo urbano de la zona de estudio y la posibilidad de que existan regulaciones que impidan asentamientos de población en los alrededores del relleno sanitario. Por ello es importante analizar hacia dónde crecerá la ciudad y evitar que la mancha urbana alcance el sitio de disposición final antes de su clausura, y así mantener la distancia de 500 metros requerida entre las zonas habitadas y los rellenos sanitarios. De tal forma que la vida útil del sitio de disposición final no sea interrumpida por las autoridades, al tener que aplicar la norma para proteger a la población de enfermedades.

En el Cuadro N° 34 se indican los estudios que se deben realizar, según sea el tipo de sitio por desarrollar:

Cuadro N° 34
Estudios y Análisis Previos Requeridos para la Construcción de Sitios de Disposición Final de Residuos Sólidos Urbanos

Estudios y Análisis	A	B	C
Geológico y Geohidrológico Regionales	X		
Evaluación Geológica y Geohidrológica	X	X	
Hidrológico	X	X	
Topográfico	X	X	X
Geotécnico	X	X	X
Generación y composición de los RSU y de Manejo Especial	X	X	X
Generación de biogás	X	X	
Generación de lixiviado	X	X	

FUENTE: Norma Oficial Mexicana NOM-083-SEMARNAT-2003.

ii) Tamaño del relleno sanitario

Una vez que se han detectado los terrenos factibles para la construcción de un relleno sanitario, procede analizar el tamaño más conveniente para éste. El tamaño es importante porque para cada uno de ellos existirían diferentes montos de inversión y costos de operación. Si se opta por un tamaño pequeño que a la postre se pueda seguir ampliando durante el horizonte de evaluación de la alternativa (vida útil, que se determina por el tiempo en que el terreno tendrá capacidad de recibir los residuos de la comunidad), entonces se incurriría en costos de operación menores hasta cierto punto, pero la inversión tendría que realizarse por etapas, lo que implica una inversión total (sin actualizar) mayor que la inversión total de un tamaño mayor (sin actualizar). Por lo que habría que actualizarla junto a los costos de operación, y su costo actualizado debe ser menor al que se obtendría en una alternativa de tamaño mayor con costos de operación mayores (necesarios para mantener un relleno sanitario más grande), de lo contrario no conviene la alternativa de tamaño pequeño. Entonces, la alternativa de tamaño óptimo será la que incurra en menores costos actualizados.

iii) Costos de transporte de la zona de recolección al sitio de disposición final

Los costos de transporte tienen influencia en la elección de la ubicación del relleno sanitario, porque según sea la distancia de las fuentes de generación de residuos al sitio de disposición final, variarán los costos de transporte. Los costos sociales en que incurre el transporte de residuos se determinan por los costos de operación de

los camiones recolectores y las externalidades negativas que surgen del aumento en costos de viaje de otros usuarios del camino de acceso al relleno sanitario y del deterioro del camino al agregar unidades pesadas. A continuación se estudia cada uno de ellos:

- Los costos de operación por tipo de vehículo se obtienen contabilizando los costos del combustible, lubricantes, mantenimiento preventivo y correctivo de las unidades, mano de obra, etc. (valorados a precio social).³¹
- Las externalidades por aumento en los Costos Generalizados de Viaje (CGV) de otros usuarios del camino que lleva al sitio de disposición final, se provocan si al agregarle unidades adicionales de vehículos (camiones de basura) se producen molestias, que puedan traducirse en un mayor desgaste de los vehículos o más consumo de combustible y pérdida de tiempo de los pasajeros, lo que representa costos sociales por el mayor uso de recursos.³²

Si las unidades adicionales de vehículos debidas al proyecto no generan congestión en el camino mencionado, sólo se contemplan los costos de operación de los vehículos. Por ejemplo, si el camino no es muy transitado y a los otros usuarios les es fácil rebasar al camión recolector, o si el camino cuenta con un carril para unidades pesadas.

- La externalidad por deterioro del camino de acceso al relleno sanitario por agregarle unidades pesadas adicionales.

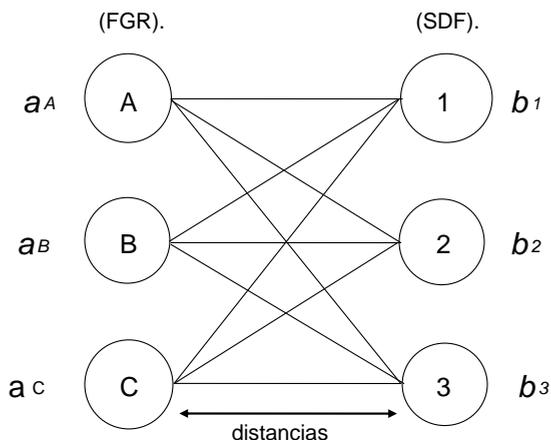
Con el fin de determinar un plan de costo mínimo para transportar los residuos de su fuente de generación al destino de disposición final, se puede emplear el método simplex de programación lineal, que resulta de sencilla aplicación.

31 *Para realizar una evaluación de tipo social, la mano de obra, capital, divisas y tasa de descuento, deben ser convertidos de precios de mercado a precios sociales, que reflejan el verdadero valor que para la sociedad representan, ya que los precios de mercado son precios distorsionados por la influencia de subsidios e impuestos discriminatorios que reducen o aumentan el precio de los bienes y servicios, dejando así de representar su precio el valor real, es decir, lo que en realidad cuesta a la sociedad el uso de esos recursos. Los factores de conversión son proporcionados por el Centro de Estudios para la Preparación y Evaluación de Proyectos (CEPEP), o a manera de ejemplo, véase una forma en la que se pueden calcular de manera aproximada los precios sociales para una localidad, en el Capítulo 1, Apartado 1.2.5., Tema COSTOS SOCIALES DIRECTOS, de esta Sección II del documento.*

32 *Costos Generalizados de Viaje (CGV)= Estimación de Costos de Operación de los Vehículos + Costos por pérdida de tiempo de los pasajeros.*

Supongamos que las Fuentes de Generación de Residuos (FGR) son los municipios (o sectores de un municipio) A, B y C, y los Sitios de Disposición Final (SDF) son las alternativas de localización 1, 2 o 3 (Ver Gráfico N° 24).

Gráfico N° 24
Fuentes, Rutas de Transporte
y Destinos de los Residuos



donde,

FGR = Fuentes de Generación de Residuos (municipios o sectores de un municipio).

SDF = Alternativas de Sitio para la Disposición Final de Residuos.

a_{FGR} = Toneladas recolectadas de residuos en cada fuente de generación.

b_{SDF} = Toneladas de residuos que recibiría cada alternativa de disposición final.

\longleftrightarrow = Distancias entre cada FGR y cada SDF.

Un método compacto para representar el modelo de transporte consiste en utilizar lo que se denomina tabla de transporte. Esta es una forma de matriz donde sus filas representan las fuentes y sus columnas el destino. Los elementos de costo se resumen en las celdas (FGR- SDF) de la matriz, como se ilustra en la matriz del Cuadro N° 35.

Cuadro N° 35
Tabla de Transporte

		1	2	3
DESTINO (SDF)	A	A1	A2	A3
	B	B1	B2	B3
	C	C1	C2	C3

Para realizar la selección de las rutas más económicas del modelo, se emplea el método del costo mínimo, cuyo procedimiento consiste en tachar de cada fila de la matriz los costos de transporte más elevados y dejar sin tachar el costo de transporte menor que representa el destino óptimo para el origen de esa fila; porque este origen-destino de residuos es el que arroja un monto menor de costo total de transporte, es decir, utiliza menos recursos de la sociedad que los otros destinos.

El costo se obtiene, dado un costo de operación por tonelada/kilómetro, multiplicándolo por la distancia, y a su vez el resultado por el número de toneladas generadas en ese origen; al resultado se le deben sumar las externalidades que se generen. Dicho costo se debe calcular para cada año de la vida útil correspondiente a cada alternativa, y actualizarse mediante el valor anual de los costos (VAC) o el Costo Anual Equivalente (CAE), según el caso.³³ El VAC o el CAE de cada FGR-SDF de la matriz son los valores que se expresan en las celdas correspondientes.

Se repite sucesivamente para cada fila de la matriz, y las celdas que no se tachen son los orígenes-destino óptimos. Este procedimiento se realiza para el total de la vida útil del proyecto, porque los sectores en que se dividió la zona de estudio pueden tener cambios en el liderazgo de generación de residuos y también en las externalidades por CGV del camino de acceso al relleno sanitario, que afecten la decisión de localización óptima. Por eso se opta por la alternativa de origen-destino que a través del tiempo incurra en menores costos.

Hagamos un ejemplo, suponiendo que los costos totales de transporte actualizados (valores presentes) para las distintas opciones de fuentes (FGR) y destinos o sitios (SDF), son los presentados en el Cuadro N° 36:

³³ Véase explicación de Valor Actual de los Costos (VAC) y Costo Anual Equivalente (CAE), en el Capítulo 2, apartados 2.1.2.1 y 2.1.2.2., respectivamente, de la Sección I de este documento.

Cuadro N° 36
Ejemplo de Tabla de Costos de Transporte Actualizados
(miles de unidades monetarias)

		SITIOS		
		1	2	3
F U E N T E S	A	2,487	5,453	4,592
	B	5,549	2,774	1,052
	C	2,105	5,740	4,783

Con estos costos de transporte actualizados para cada una de las alternativas de localización, proseguimos a seleccionar las rutas más económicas mediante el modelo propuesto (Véase Cuadro N° 37).

Cuadro N° 37
Tabla de Transporte
(miles de unidades monetarias)

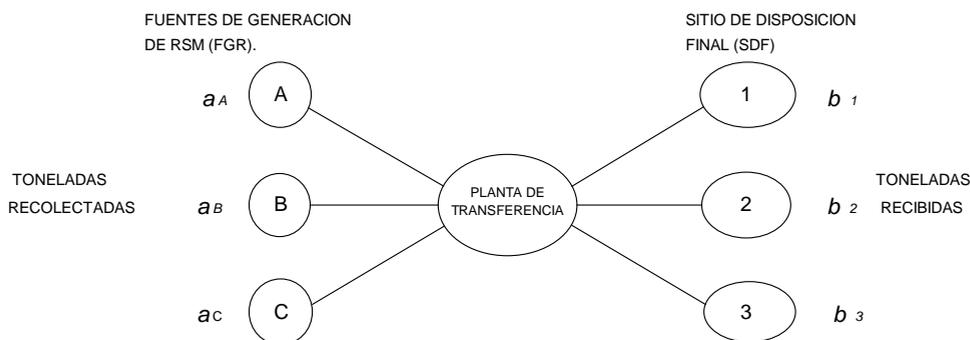
		SITIOS		
		1	2	3
F U E N T E S	A	2,487	5,453	4,592
	B	5,549	2,774	1,052
	C	2,105	5,740	4,783

Según nuestro ejemplo, las rutas más económicas (en cuanto al transporte se refiere) serían, para las fuentes de generación de residuos A y C el destino de disposición final 1; y para la B el 3. Esto parece sugerir como conveniente la implementación de los sitios 1 y 3, pero recordemos que los demás factores que integran el costo general del proyecto también deben ser considerados, por lo que además de la alternativa que determinan los costos de transporte, que implican dos rellenos sanitarios (1 y 3); se tiene que analizar la alternativa de relleno sanitario (tipo y tamaño) de menor costo con sus respectivos costos de transporte. Este proceso nos ayudará a seleccionar las alternativas.

Si las características de las alternativas de terrenos para sitios de disposición final son similares, tales que los montos de inversión, costos de operación y externalidades por la construcción de un relleno sanitario también son similares, entonces el modelo de transporte sería determinante de la localización.

Con el objetivo de minimizar los costos de transporte se debe analizar la posibilidad de operar una planta de transferencia, en donde los residuos recolectados se transborden a unidades de mayor capacidad (por ejemplo: tracto camión con semi-remolque) hasta el sitio de disposición final. (Ver Gráfico N° 25).

Gráfico N° 25
Fuentes, Rutas de Transporte y Destinos
de los Residuos, con Planta de Transferencia



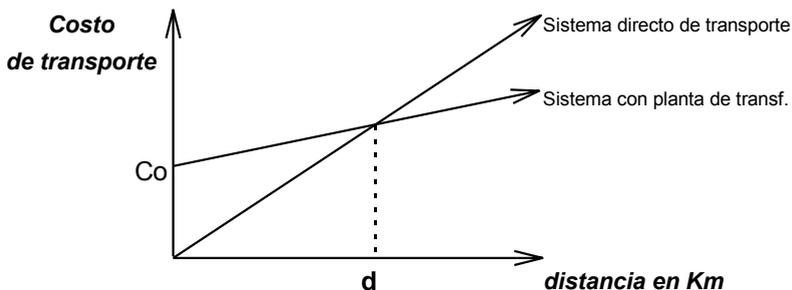
La localización de la planta de transferencia se debe hacer en concordancia con la localización de los rellenos sanitarios. Para determinar la localización y tamaño de la planta de transferencia se sigue el mismo esquema que para el sitio de disposición final de residuos, por lo que intervienen:

- Costos de transporte.
- La dirección de los vientos dominantes de la zona.
- Los usos alternativos de las opciones de terreno para planta de transferencia.
- Las externalidades provocadas a los terrenos aledaños.

El criterio para determinar si es conveniente, está en considerar si la reducción en costos de transporte al relleno sanitario con la planta, es mayor que los costos sociales que genera la instalación y operación de dicha planta.

Para ello, se comparan los costos de transporte con la planta de transferencia y sin ella, mediante la obtención del punto de equilibrio entre ambas funciones de costos de transporte, a partir del cual se analiza la conveniencia de la instalación de la planta de transferencia (Ver Gráfico N° 26).

Gráfico N° 26
Justificación de una
Planta de Transferencia



En el Gráfico N° 26, podemos observar dos curvas de costos de transporte, una que corresponde al sistema directo de transporte (cuando los camiones recolectores llevan los residuos de su fuente al destino), y otra al sistema con planta de transferencia (cuando con tracto camión se llevan los residuos de la planta de transferencia al destino). Los costos de transporte en ambos casos están en función directa a la distancia (viaje redondo) que se recorre, ya sea de la fuente de residuos o de la planta de transferencia al destino, por los camiones recolectores y por el tracto camión respectivamente. Es decir, mientras mayor es la distancia, mayores son los costos de transporte. En el caso de la curva del sistema con planta de transferencia, parte de “Co” que representa los costos de la planta de transferencia (inversión, costos de operación y externalidades), porque es un costo constante de este sistema de transporte.

Un camión de mayores dimensiones puede transportar en un viaje mayor cantidad de residuos, en tanto que un camión recolector tendría que dar más viajes para transportar esa misma cantidad, hecho que hace menos costoso por kilómetro el transporte de residuos con tracto camión (si se considera únicamente el costo de los camiones y se excluye el de la planta de transferencia); por lo que, estando los costos de transporte en función directa de la distancia y considerando el costo constante del sistema con planta de transferencia, a menor distancia es más conveniente el sistema directo de transporte, pero conforme la distancia es mayor se

va igualando al costo del sistema con planta hasta el punto “d” en que son iguales, a partir del cual se hace más costoso el sistema directo. Esto es, que si la distancia del relleno sanitario es mayor que “d” (que se encuentre del lado derecho de “d” en el Gráfico), entonces es más conveniente el sistema con planta de transferencia; pero si es menor (que se encuentre del lado izquierdo de “d” en el Gráfico), es más conveniente el sistema directo de transporte.

5.2. CRITERIOS DE EVALUACIÓN PARA LA SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS DE PROYECTO PARA LOS SERVICIOS DE LIMPIA, RECOLECCIÓN, TRASLADO, TRATAMIENTO Y DISPOSICIÓN FINAL DE RESIDUOS

Como se mencionó al inicio de este análisis, y como lo hemos apreciado a lo largo del mismo, los servicios de limpia, recolección, traslado y disposición final de residuos, cumplen con otorgar beneficios sociales, y que esos mismos beneficios pueden ser alcanzados de diferentes formas, las cuales implican distintos costos de inversión y de operación a lo largo de su vida útil; exceptuando el servicio de tratamiento de residuos sólidos urbanos, en el cual los beneficios varían según el método que se emplee. Por tales razones, para el primer caso, se debe realizar la selección de la más conveniente alternativa de proyecto para cada uno de los primeros servicios citados, bajo el criterio de evaluación del principio “Costo-Eficiencia”, el cual nos ayuda a elegir aquella alternativa que a lo largo del tiempo nos implique menores costos, es decir, que minimice el uso de recursos para el municipio (bajo el supuesto de que todas las alternativas están diseñadas para que funcionen en condiciones óptimas). En el caso del servicio de tratamiento, dada la diferencia de generación de beneficios de cada una de las alternativas posibles, además de sus diferencias en costos, se debe realizar la elección de la mejor alternativa de proyecto bajo el criterio de evaluación del principio “Costo-Beneficio”, el cual nos permitirá saber cuál es la alternativa más rentable o si ninguna de las alternativas es rentable (de ser así, el servicio de tratamiento se elimina y por lo tanto se verterían todos los residuos al relleno sanitario).

Analicemos cuáles son los indicadores de rentabilidad que para cada caso corresponden:

5.2.1. Principio Costo-Eficiencia

Los indicadores de rentabilidad que bajo el principio costo-eficiencia se utilizan son el “Valor Anual de los Costos (VAC)” y el “Costo Anual Equivalente (CAE)”. El primero de ellos (VAC) se usa cuando las alternativas de proyecto a comparar cuentan con igual vida útil; puesto que el segundo (CAE), es un indicador que arroja como resultado un promedio de los valores de los costos de cada periodo (año)

de vida útil a valor actual (valor presente) que hace comparables alternativas de distinta vida útil de manera sencilla, de no hacerlo así, las alternativas de mayor vida útil estarían en ventaja con respecto a las de menor vida útil aplicando el VAC, sin que ello en realidad quiera decir que sean más convenientes.³⁴ (Para revisar el cálculo de estos indicadores, véase Capítulo 2, apartado 2.1.2., de la Sección I de este documento)

Bajo este principio, la alternativa de proyecto más conveniente para cada etapa del servicio de limpia vendría siendo aquella que obtuviera el menor VAC o CAE, según sea el caso, que resultaría ser la alternativa más rentable, pues si los beneficios a otorgar con los servicios de limpia, recolección, traslado y disposición final de residuos, según corresponda, son los mismos, mientras menores sean sus costos mayor será su rentabilidad. El ahorro de costos al ejecutar una alternativa menos costosa que otra a lo largo de su vida útil se traduce en beneficio proporcionado al municipio por la alternativa elegida.

5.2.2. Principio Costo-Beneficio

El servicio de tratamiento de residuos sólidos urbanos, a diferencia de los demás servicios, no es indispensable socialmente; sin embargo, puede ser conveniente la ejecución de un proyecto de tratamiento por los beneficios adicionales que se pudieran obtener de éste, aunque como ya se mencionó y analizó, para obtener esos beneficios adicionales se incurre también en costos adicionales, por lo que el servicio de tratamiento está sujeta a comprobación de si es rentable o no para el municipio, es decir, si conviene ejecutarlo, y si conviene ejecutarlo, seleccionar los métodos o alternativas de tratamiento más rentables. Para ello, los indicadores de rentabilidad que se emplean bajo el criterio de evaluación del Costo-Beneficio, son el “Valor Actual Neto (VAN)” o el “Valor Anual Equivalente (VAE)”; el primero, en caso de comparar alternativas de proyecto de tratamiento de residuos con igual vida útil, y el segundo, para comparar entre alternativas de diferente vida útil, por los motivos señalados anteriormente respecto al uso del VAC o el CAE.

Estos indicadores de rentabilidad nos proporcionan el resultado del excedente o pérdida de recursos que cada alternativa de proyecto puede generar a lo largo de su vida útil medido en unidades monetarias, una vez que a los beneficios anuales

34 *Otra forma de hacer comparables alternativas con distinta vida útil, sería suponiendo que la alternativa de menor vida útil se repitiera; pero esto sería sencillo sólo en los casos en que las vidas útiles sean múltiplos perfectos (por ejemplo 5 años y 10 años), y en las que no fuera así (como normalmente sucede) resultaría prácticamente ineficiente tratar de dividir alternativas en la proporción que se requiere para igualar su vida útil con otras alternativas.*

(ingresos por venta del producto del proceso de transformación de los residuos, ahorro de recursos naturales, ahorro de costos de disposición final, etc.) se les han descontado los costos en que se incurre para obtenerlos, tales como costos de inversión, de operación, indirectos (por el uso de recursos para la disposición final especial de los residuos del proceso de tratamiento), externalidades (por contaminación), y el costo por el uso de dichos recursos que se afectarían si se ejecuta la alternativa de que se trate en vez de emplearlos en otros usos o actividades (descontar el valor que dichos recursos podrían generar en otras actividades). En resumen, indican el valor presente (del año actual) de los beneficios netos (beneficios menos costos) que genera cada alternativa a través del tiempo. (Para revisar el cálculo de estos indicadores, véase Capítulo 2, apartado 2.1.1., de la Sección I de este documento)

Si el resultado que arroje la aplicación del VAN al flujo de beneficios netos de las alternativas de tratamiento de residuos es positivo, entonces quiere decir que son rentables; pero si es negativo significa que la alternativa que arroja ese resultado de ser ejecutada incurriría en una pérdida estimada por el monto de dicho resultado a valor actual, lo cual indicaría que no es conveniente para el municipio efectuar esa alternativa.

Comparando las alternativas para la selección de la mejor, bajo el principio Costo-Beneficio, se elige aquella alternativa que obtenga el mayor VAN o VAE, según el caso, porque ésta sería la alternativa más rentable, es decir, la que mayor ganancia le otorgará al municipio en su conjunto.

CAPÍTULO 6

Proyectos de Inversión en Infraestructura Vial Urbana

La infraestructura vial urbana es un instrumento que en toda ciudad sirve para satisfacer las necesidades de comunicación y movilidad de la población, y así, desarrollar las actividades económicas y sociales que le dan vida y sustento. Por ella fluye el tránsito de personas a pie y mediante diferentes tipos de vehículos, que se trasladan de un lugar a otro para realizar múltiples actividades, como el desplazamiento a los centros de trabajo, estudios y compras; la distribución de materias y productos de todo tipo; el acceso a actividades culturales; la prestación de otros servicios públicos; la recreación; y otros muchos motivos más.

Por ello, la edificación de una infraestructura vial urbana acorde a las necesidades de movilidad de cada población, es sumamente importante para su crecimiento económico, y mientras más eficiente sea ésta, mayor será su impacto en la economía y nivel de bienestar de la población, porque aparte de facilitar la movilidad de los habitantes de una ciudad, también puede contribuir al ahorro de los costos asociados a ella y aumentar la comodidad de los usuarios.

En resumen, una ciudad que cuenta con una infraestructura vial capaz de proporcionar a su población una movilidad rápida, es decir, que se realiza en el menor tiempo posible, y de manera confortable, acelera el crecimiento de su economía y aumenta la calidad de vida de su población.

Es evidente la importancia de la infraestructura vial para el desarrollo socioeconómico de las zonas urbanas, dado que la motorización de las ciudades está creciendo a ritmos acelerados. Por tales razones, se hace indispensable la erogación de recursos públicos, en especial recursos municipales y estatales, asignados al sector de vialidad y transporte para la atención de las demandas de infraestructura vial y la consecuente satisfacción de las necesidades de movilidad de la población, ya que mientras mayor es el uso de vehículos automotores, debido a las necesidades de una rápida movilidad en la ciudad, mayores serán las demandas de infraestructura vial de la población.

En nuestro país, esta tarea debe ser realizada por las autoridades municipales con la participación de los Estados cuando así fuese necesario, ya que de esa forma lo dispone nuestra Carta Magna, en su artículo 115, fracción III, incisos g) y h), que dicen:

“III. Los Municipios tendrán a su cargo las funciones y servicios públicos siguientes:

g) Calles,...;

h) ... y tránsito; e

Los Municipios, previo acuerdo entre sus ayuntamientos, podrán coordinarse y asociarse para la más eficaz prestación de los servicios públicos o el mejor ejercicio de las funciones que les correspondan. En este caso y tratándose de la asociación de municipios de dos o más Estados, deberán contar con la aprobación de las legislaturas de los Estados respectivas. Así mismo cuando a juicio del ayuntamiento respectivo sea necesario, podrán celebrar convenios con el Estado para que éste, de manera directa o a través del organismo correspondiente, se haga cargo en forma temporal de algunos de ellos, o bien se presten o ejerzan coordinadamente por el Estado y el propio municipio.

Pero las demandas de infraestructura vial urbana son muchas, representan altos costos de inversión y operación, y los recursos existentes son escasos. Por lo que, es conveniente para los municipios y estados realizar estudios que determinen cuáles de todas las demandas de infraestructura vial tendrán un mayor impacto en su desarrollo económico, y cuál de todas las alternativas técnicas posibles para atender dichas demandas de infraestructura vial, es la menos costosa en inversión y operación. Para ello, se debe invertir únicamente en proyectos rentables para la sociedad, y primordialmente en los más rentables, impidiéndose así el despilfarro de recursos en proyectos de simple ornato o los comúnmente llamados “elefantes blancos”, que pocos se beneficiarían de ellos. Sin embargo, sí provocarían costos en los que tendría que incurrir la sociedad, traducándose esto en una pérdida social que haría más pobre a la localidad. Por eso, las vialidades y calles deben estar diseñadas con base en las demandas de la ciudad o zona urbana y mantener relación y proporción con el ambiente urbano, evitando exageraciones costosas e innecesarias, cuya capacidad estaría estimada para un tránsito que jamás tendrá, pues no sería justificable la construcción de una avenida con capacidad para 6,000 vehículos por hora en una localidad cuyos habitantes sólo tienen 150 automóviles.

Además, una vez que se han identificado los proyectos de vialidad que convendrá ejecutar (los más rentables), los estados y municipios deberán determinar con qué recursos monetarios se financiarán esas inversiones y su operación y mantenimiento, y así establecer los ingresos presupuestales que fungirán de contraparte a las erogaciones que implican los proyectos de infraestructura vial, para lo que habrán de realizar un análisis financiero que les permita diseñar una estrategia de financiamiento.

En este capítulo, dedicaremos nuestro estudio en primer lugar, a la descripción de la metodología para la evaluación socioeconómica de proyectos de vialidad urbana, la cual permite medir y comparar la rentabilidad estatal y municipal de dichos proyectos, para luego analizar algunas alternativas de financiamiento de los costos de inversión y operación de estos proyectos. Pero antes, describamos en términos generales los diferentes tipos de proyectos de vialidad urbana.

6.1. TIPOS DE PROYECTOS DE VIALIDAD URBANA

Entre los diferentes tipos de proyectos de vialidad urbana se encuentran los proyectos de mantenimiento, tales como los de conservación y reparación de pavimentos, y los de reposición de pavimentos; y los proyectos de mejoramiento de la vialidad, que pueden ser estructurales y no estructurales, ya que según el tipo de proyecto serán los impactos esperados por su ejecución. Entonces, definamos cada uno de ellos.

A) Proyectos de Conservación y Reparación de Pavimentos

Este tipo de proyectos consiste en realizar labores de mantenimiento a los pavimentos de vialidades existentes, con el fin de mantener estándares o niveles de servicio mínimos, prolongar la vida útil del pavimento existente e impedir su deterioro anticipado. De tal manera que se evite ocasionar costos a la población por el mal estado de los pavimentos. Aunque en realidad estos proyectos deben ser contemplados como costos de mantenimiento de los proyectos de mejoramiento de la vialidad o de reposición del pavimento, siendo entonces incluidos tanto en la medición de la rentabilidad como en la estrategia de financiamiento de los proyectos durante toda su vida útil. Pero cuando los costos de mantenimiento del proyecto en alguno(s) de sus periodos son representativos o exceden los costos estimados en la evaluación, una vez que se ha alcanzado el término de la vida útil, es recomendable evaluarlos como si fueran proyectos aparte para determinar la conveniencia de incurrir en ellos o no; o, en los casos en que la vialidad existente que requiere de las labores de mantenimiento fue construida, “irresponsablemente” o con bajos niveles de calidad, sin una evaluación previa, las erogaciones representativas para

su mantenimiento se tendrían que considerar como proyectos de mantenimiento a evaluar.

B) Proyectos de Reposición de Pavimentos

Este otro tipo de proyectos consiste en renovar completamente la vía cuando ésta se encuentra en mal estado o existe la posibilidad de mejorarla para ahorrar costos de operación y mantenimiento, pero sin modificar su capacidad, con el objetivo de recuperar o mejorar la calidad y el nivel de servicio respecto al original.

C) Mejoramiento de la Vialidad

A este tipo de proyectos de vialidad corresponde modificar las características operacionales y/o físicas de la vía, pudiéndose incluir la reposición de pavimentos, con el fin de mejorar la capacidad y/o calidad de la vialidad existente.

Cabe hacer la distinción de cierta clase de proyectos que pertenecen a este tipo, los cuales están diferenciados por la naturaleza de los impactos esperados de ellos, tales como si el proyecto modifica la demanda de viajes en la zona de estudio, ya sea en generación, distribución o modo de viaje a los que se les conoce como proyectos estructurales, que son aquellos que inducen cambios significativos en el origen-destino de los viajes.

Los proyectos no estructurales que son aquellos en los que se puede suponer que no provocarán efectos sobre la demanda y que esto se produce en una zona delimitada de la ciudad.

6.2. EVALUACIÓN SOCIOECONÓMICA DE PROYECTOS DE VIALIDAD URBANA ³⁵

La evaluación socioeconómica de proyectos de vialidad urbana, es una técnica que se emplea para medir la rentabilidad social y económica que los proyectos de vialidad pueden generar a toda la sociedad de una localidad, dado que cuando un municipio o estado piensa invertir en una obra de vialidad, los recursos que

³⁵ *Esta metodología se basa en los estudios realizados por la escuela económica creada por el Profesor Ernesto R. Fontaine, prestigiado economista chileno y precursor de la Evaluación Social de Proyectos en América Latina. Técnica de evaluación que ha sido desarrollada por el Ministerio de Planificación y Cooperación (MIDEPLAN) de la República de Chile, para ser aplicada a los proyectos de inversión Pública, que en México está siendo impulsada por el Centro de Estudios en Preparación y Evaluación de Proyectos (CEPEP).*

emplearía para ello son recursos de toda su población, es decir, los verdaderos inversionistas son los habitantes de la localidad. Luego entonces, la evaluación socioeconómica nos servirá para determinar cuánto les daría a ganar o a perder la ejecución de un proyecto de vialidad a estos inversionistas, y por ende, al municipio o estado.

En este apartado nos dedicaremos a estudiar el procedimiento a seguir para realizar la evaluación socioeconómica de proyectos de vialidad urbana, que consta del análisis de la situación actual; el análisis de la situación actual optimizada; búsqueda de alternativas de solución; la identificación, cuantificación y valoración de los beneficios y costos; y selección de alternativas de proyecto y medición de la rentabilidad del proyecto. Aunque, por la complejidad y diversidad de estos proyectos, nos concretaremos a hacer un análisis general de dicha metodología, pero suficiente para que el lector pueda adecuarla al análisis de casos particulares.

6.2.1. Análisis de la Situación Actual

El análisis de la situación actual consiste en hacer un estudio de las condiciones de oferta y demanda presentes en la vialidad de estudio, y estimar cuáles serían los cambios futuros de dichas condiciones, con el fin de verificar la existencia de un problema y su magnitud, si es que no se realizan actividades para mejorar las condiciones actuales; o bien, para detectar la posibilidad de aprovechar una oportunidad. Para ello, se requiere realizar estudios de oferta y demanda del área de influencia donde se pretende ejecutar el proyecto, y así poder definir el problema u oportunidad de la vialidad en estudio, temas que abordaremos a continuación.

6.2.1.1. Estudio de Oferta

La oferta de una vialidad urbana está determinada por la infraestructura con la que se cuenta en la zona de estudio (de la vía en estudio y la red vial a la que pertenece), es decir, las obras físicas que permiten la circulación vial, de la cual debe analizarse su capacidad (flujo vehicular por hora que puede captar), el grado y tipo de deterioro (grietas, baches, hundimientos, etc.), los costos de mantenimiento en los que se incurre, el o los orígenes y destinos que permite, características geofísicas del camino, señalamientos, restricciones, permisos, semáforos y demás componentes del esquema de operación, etc. Esto para que con base en las condiciones actuales de la oferta y las que se estudiarán de la demanda, se trate de estudiar cuáles serán las condiciones futuras si no se realizan mejoras en la infraestructura.

6.2.1.2. Estudio de Demanda

La demanda de una vialidad está condicionada, principalmente, por los siguientes factores:

- El volumen de producción de los sectores de la economía y su localización espacial, puesto que mientras mayor sea éste, mayores serán las necesidades de transportar productos de un lugar a otro de la ciudad, y si los centros de producción se ubican en la zona de estudio es seguro que tanto ellos, como los individuos cuyas actividades económicas están relacionadas con ellos (tales como proveedores y clientes), tendrán la necesidad de hacer uso de la vialidad.
- La población y su distribución territorial, ya que mientras mayor sea la población de una ciudad, mayor es también la cantidad de desplazamientos que se realizan en ella, y dependiendo de la ubicación de las zonas habitacionales y de los lugares de trabajo, educación, compras y recreación de sus respectivos habitantes, es la necesidad de hacer uso de una determinada vialidad.
- El nivel de ingreso de la población y su distribución, ya que a mayor ingreso de los individuos de una ciudad, mayores necesidades de traslado y requerimientos de espacio en las vías, puesto que son mayores los desplazamientos a los trabajos, y para realizar compras, ventas, servicios, diversión, efectuar actividades sociales, etc. además de ser mayor la posibilidad de que dichos desplazamientos se realicen en automóviles particulares.
- Los costos de los medios de transporte y su disponibilidad, son factores que influyen en la decisión de efectuar desplazamientos para satisfacer necesidades de recreación y sociales, y en el tipo de transporte seleccionado por la población para satisfacer sus necesidades de desplazamiento personal y de mercancías en la ciudad, y por lo tanto, en la demanda de capacidad de las vialidades.
- El tiempo de viaje y su confiabilidad, ya que los individuos preferirán, bajo una conducta racional, trasladarse por la vía que les proporcione el más rápido desplazamiento a su destino, puesto que podrían obtener un mayor provecho del tiempo e incurrirían en menores costos y molestias.

Para conocer bien las características de demanda de movilidad en una ciudad y en lo particular de una vía, es preciso obtener la información relativa a los factores que determinan la demanda de las vialidades urbanas descritos anteriormente,

para lo cual se deben emplear medios de obtención de datos que pueden ser aforos vehiculares, para medir la cantidad de automóviles por tipo, que transitan por las vialidades, y encuestas en las que se utilicen métodos similares a los de mercadotecnia (marketing).

Los aforos vehiculares son el conteo de los diferentes tipos de automóviles y su ocupación que transitan diariamente en una vía, los cuales se realizan para diferentes periodos y espacios, según los cambios temporales que tenga el flujo de automóviles en dicha vía y los pares de zonas (matriz origen-destino) o distinción de secciones de la vía. Para contabilizar la ocupación de los distintos tipos de vehículos se obtiene una tasa media resultante de una muestra, que se aplica multiplicándola a cada vehículo, obteniendo así, el flujo aproximado de individuos que transitan por la vía, ya que sería impráctico e incoesteable tratar de contar la ocupación de cada uno de ellos para obtener un resultado exacto.

Igualmente, no es necesario realizar los aforos vehiculares para todos y cada uno de los días del año, pues se puede hacer uso de las denominadas “semanas tipo”, que son semanas representativas de cada periodo del año; y en cada una de las semanas tipo seleccionadas, tampoco es necesario realizar los aforos para los siete días de la semana y las veinticuatro horas de cada día, ya que existe fuerte similitud entre los cinco días típicamente laborables (lunes a viernes) y en algunas horas el tráfico tiene niveles muy bajos; por lo que se pueden seleccionar días representativos dentro de la semana tipo (un día laboral, sábado y domingo) y el periodo horario pertinente para cada uno de ellos.

Las encuestas son un sondeo de centenares o miles de hogares y centros productivos en una ciudad o en una zona urbana, que permiten identificar y describir todos los desplazamientos realizados normalmente por los integrantes de esos hogares y centros productivos durante todo el día, con lo cual se obtienen los detalles de millares de desplazamientos y de otra información relevante en el tránsito de una ciudad o zona urbana, tales como los puntos origen-destino, los motivos del viaje, el medio de transporte, los horarios, el grado de motorización de los hogares y centros productivos, la complementariedad o competencia entre los distintos medios de transporte (transporte colectivo-transporte privado), los hábitos de estacionamiento, la atractividad de las distintas zonas urbanas, y otras de las principales características de los individuos que realizan los desplazamientos que nos ayuden a detectar los factores que influyen en la demanda de las vialidades urbanas. Una manera práctica y eficiente de realizar estudios de demanda mediante encuestas, sería aplicarlas telefónicamente, ya que se permite, con un menor costo, disponer de una muestra de tamaño y composición más representativos.

Para obtener las proyecciones de los aforos vehiculares de la vialidad en estudio, a partir de la situación actual, se deben tomar los datos de la serie histórica del flujo vehicular (aforos de años anteriores), para con esos datos históricos y el aforo de la situación actual se estime la tasa media anual de crecimiento de la demanda de la vialidad (véase apartado 1.1.1. Estudio de Demanda, del Capítulo 1, Sección II, de este documento); y así obtener los flujos vehiculares futuros de la vía, y con ello la demanda futura, demanda que tendrá como límite de su crecimiento, ya que una vez alcanzada ésta, el tráfico se distribuirá forzosamente a las vías alternativas según el origen-destino de los usuarios.

La información obtenida con este estudio de demanda servirá tanto para el análisis de la situación actual como en los análisis de la situación actual optimizada y de las alternativas de proyecto que se tratarán más adelante.

6.2.1.3. División en Tramos de los Proyectos de Vialidad Urbana

Para una vialidad urbana en la que en alguna zona se presente algún problema o se quiera aprovechar una oportunidad, la magnitud del problema o de la oportunidad puede ser diferente para distintas divisiones de la misma (divisiones de una vía, que pudieran ser de una determinada vía de intersección a otra), debido a las diferencias de oferta de infraestructura y/o de la demanda existente y estimada. Por lo que, tanto al preparar como al evaluar un proyecto de vialidad urbana se debe dividir en tramos con base en las diferencias de oferta y/o demanda observadas en los estudios descritos en los dos apartados anteriores; esto es, considerando por el lado de la oferta, las diferencias técnicas relevantes (tanto características geométricas como de la carpeta de rodado, número de carriles, ancho de la calle o calzada, estado físico, etc.); y por el lado de la demanda, tomando en cuenta las diferencias de origen-destino que provocan cambios del flujo vehicular en las diferentes partes de la vía en estudio, siempre y cuando dicha variación sea mayor al 10%. Cada uno de los tramos que se detecten tendrán que ser tratados como proyectos separados para el análisis de la conveniencia de su ejecución, pues cada uno de los tramos obtendría diferente rentabilidad, la cual podría ser negativa o positiva. Si se comete el grave error de considerar todos los tramos como un proyecto global, el resultado de nuestro análisis se sesgaría y, de resultar rentable debido a que los tramos rentables son más influyentes que los no rentables, por lo que decidimos ejecutar el proyecto, incurriríamos en algunos costos innecesarios que influirían negativamente en la rentabilidad y no se permitiría maximizarla; o por lo contrario, si decidimos no ejecutarlo porque resultó no rentable debido a que fueron más influyentes los tramos no rentables que los rentables, entonces desaprovecharíamos la oportunidad de obtener los beneficios de los tramos rentables.

6.2.1.4. Definición del Problema u Oportunidad

Una vez que se conocen la oferta y demanda de las vialidades urbanas, se sabe cuál es la infraestructura y operación de ésta, qué infraestructura está disponible en la ciudad para que los individuos satisfagan sus necesidades de movilidad; se puede conocer también cuáles son esas necesidades y su magnitud, y con ello cuáles son los requerimientos de infraestructura vial para lograr satisfacerlas plenamente. Entonces habría que confrontar la oferta actual con la demanda actual y futura, para verificar si existe o no algún problema de vialidad en la zona de estudio o cuándo se presentará.

Esto es, si la demanda excede a la oferta en los requerimientos de capacidad, existe un déficit de oferta que se ve normalmente reflejado como el famoso problema de la “congestión”, la cual provoca molestias y aumento de costos a los usuarios de la vía en estudio (vía congestionada), las vías alternativas y las vías complementarias de las mismas, y por ende, a la sociedad. Otro problema podría ser que la oferta de vialidad fuera deficiente en calidad (alto grado de deterioro de la infraestructura) y existiera una demanda relevante para dicha vialidad, y por ello los costos de traslado de los usuarios fueran anormalmente excesivos.

De existir un problema de congestión en la vialidad de estudio, se justifica el hecho de continuar realizando estudios para tratar de resolverlo de la manera más conveniente posible; pero de no existir problema alguno, se debe continuar funcionando bajo las condiciones actuales de la vialidad, a menos de que se detecte en vez de un problema una oportunidad potencial, pues de lo contrario se incurriría en costos innecesarios que harían a cualquier proyecto de inversión en infraestructura vial “no rentable” o lo que es igual, una carga para la sociedad.

Como hemos mencionado, se puede también justificar realizar estudios para determinar la conveniencia de ejecutar un proyecto de vialidad urbana, cuando dados los resultados de nuestros estudios de oferta y demanda, se detecta alguna o algunas posible(s) oportunidad(es) que pudiera(n) hacer más rentable el sistema vial de una ciudad, tales como la reducción de los tiempos de traslado de determinados puntos origen-destino, la reducción de costos de operación y mantenimiento de la infraestructura vial u otras.

6.2.2. Situación Actual Optimizada

El análisis de la situación actual optimizada es de suma importancia en la evaluación socioeconómica de proyectos, debido a que los resultados de éste nos pueden evitar incurrir en los grandes costos de un proyecto cuyos beneficios podrían ser alcanzados

con costos relativamente pequeños, ya que la situación actual optimizada consiste en tratar de resolver o minimizar el problema, o bien aprovechar la oportunidad que se detectó en el análisis de la situación actual, utilizando los recursos existentes de la manera más eficiente posible o efectuando inversiones marginales (pequeñas).

Regularmente, la optimización de la situación actual de las vías urbanas se realiza mediante labores de gestión de tránsito (proyectos de gestión vial urbana), entre las que podemos resaltar como las más importantes la semaforización, los desincentivos económicos, las restricciones y los señalamientos, cuyas inversiones no deben exceder del 10% del monto de la inversión media de las alternativas de proyecto.

Además, la situación actual optimizada será la situación base contra la cual se compararán las alternativas de proyecto en la evaluación de las mismas, pues es el incremento de beneficios netos (beneficios menos costos), resultante de dicha comparación (beneficios netos de cada alternativa de proyecto menos beneficios netos de la situación actual optimizada), la verdadera contribución que cada alternativa de proyecto de vialidad urbana tendría para la sociedad del municipio o estado. Esto debe ser así, porque si se tomara como situación base a la situación actual, o lo que sería peor, sin tomar ninguna situación base y se le atribuyeran todos los beneficios existentes a las alternativas de proyecto, se estarían sobrestimando sus beneficios, ya que los beneficios de la situación actual, como ya vimos, pueden ser mejorados mediante la optimización, y la parte de los beneficios que corresponden a la situación actual optimizada, se ejecute o no un proyecto, se continuarán obteniendo, por lo que son beneficios que no se le deben atribuir a un proyecto.

Si en algún caso, el monto de las inversiones de la situación actual optimizada supera el 10% de la inversión media de las alternativas de proyecto en estudio, entonces sería recomendable evaluarla en relación a la situación actual. Pero si se supera el 20%, se tendría que cambiar la situación base, posiblemente considerando como tal a la situación actual, y la propuesta de situación actual optimizada se tendría que tratar como una alternativa de proyecto más.

Analicemos a continuación algunas de las opciones para optimizar la situación actual de la infraestructura vial.

Semaforización

Si planteamos nuestro estudio del tránsito vial asemejándolo al flujo hidráulico en un sistema de canales, en el cual existe la enorme dificultad de estar situados todos los canales al mismo nivel, es evidente que en las intersecciones de estos canales existe la necesidad de establecer mecanismos que regulen el paso alternativo de los

dos canales que se cruzan. Y precisamente así sucede en una red vial, en la que los semáforos son esos mecanismos regulatorios de los flujos de dos vías que se interceptan. Por ello, estos puntos de intersección limitan la capacidad del sistema vial, y si no funcionan correctamente, pueden provocar problemas de congestión, de elevados tiempos de viaje, altos costos para los usuarios y la operación del sistema, etc., que se deban precisamente a la regulación deficiente del flujo vehicular del sistema vial (operación ineficiente en la infraestructura vial) y no a la infraestructura física en sí. Por lo tanto, ante estos problemas, habría que analizar si se resuelven completamente o en parte mediante el ajuste de los tiempos de las fases de los semáforos, lo cual se puede efectuar mediante el procedimiento de cálculo que se presenta a continuación.³⁶

En primer lugar, debemos obtener la intensidad de saturación de cada uno de los accesos, llamando intensidad de saturación "S" al máximo número de vehículos que pueden circular por el acceso si el semáforo estuviese siempre verde, que se mide en vehículos por hora de luz verde.

$$S = S_O * N * f_A * f_{up} * f_i * f_e * f_{bb} * f_a * f_{MD} * f_{MI} = \text{vehículos / hora de luz verde}$$

donde,

S_O = Intensidad de saturación en condiciones ideales (normalmente 1,800 vehículos/hora de luz verde).

N = Número de carriles.

f_A = Factor de ajuste por anchura de carril (Véase Anexo, Tabla A-1).

f_{up} = Factor de ajuste por vehículos pesados de la intersección (Véase Anexo, Tabla A-2).

f_i = Factor de ajuste por la inclinación del acceso (Véase Anexo, Tabla A-3).

f_e = Factor de ajuste por la existencia de un carril de estacionamiento adyacente y por la actividad de estacionamiento en ese carril (Véase Anexo, Tabla A-4).

f_{bb} = Factor de ajuste por el efecto de la parada de autobuses urbanos dentro de la zona de la intersección (Véase Anexo, Tabla A-5).

36 *Cálculos de "Semaforización y Control de Tráfico: Las Ciudades Inteligentes" en Temas de Administración Local No 48 Tráfico y Transporte en la Ciudad. Ed. Centro de Estudios Municipales y de Cooperación Interprovincial (CEMCI). España, 1992. p.p. 49-67.*

f_a = Factor de ajuste por tipo de zona en que está situada la intersección (Véase Anexo, Tabla A-6).

f_{MD} = Factor de ajuste por vueltas a la derecha (Véase Anexo, Tabla A-7).

f_{MI} = Factor de ajuste por vueltas a la izquierda (Véase Anexo, Tabla A-8).

Lo que nos otorga los datos físicos de capacidad de la intersección.

Después, se efectúa una medición de intensidades, es decir, del número de vehículos que circulan en cada uno de los accesos por períodos horarios, por medio de aforos vehiculares que pueden ser realizados por personal o con detectores, o se pueden utilizar aforos previos, para cada uno de los accesos,³⁷ lo que nos dará las intensidades horarias “I” en cada uno de los accesos, que corresponden a los flujos reales.

Y luego, se detectan las fases de funcionamiento de los semáforos, es decir, cada una de las diferentes combinaciones de funciones de los semáforos. Se determina qué fase corresponde a las fases de seguridad (que todos los semáforos señalen alto) y sus tiempos; para en seguida, calcular los llamados tiempos muertos “ T_M ”, que son aquellos tiempos que no son útiles para el tráfico.

$$T_M = \sum T_R + \sum 1/2 T_{AM} + \sum T_{fs}$$

donde,

T_R = tiempos de reacción (desde que el semáforo se pone verde hasta que los automóviles arrancan).

$1/2 T_{AM}$ = la mitad del tiempo de ámbar.

T_{fs} = tiempo de las fases de seguridad.

Una vez obtenido el tiempo muerto, se prosigue a calcular el ciclo mínimo para que funcione la intersección. “ C_{min} ”.

$$C_{min} = \frac{T_M}{1 - \sum (I_i / S_i)}$$

37 *Los aforos vehiculares es la contabilidad del número de vehículos que transitan por un tramo de una vía cada hora, lo cual nos proporciona los datos que sirven de indicador de la intensidad del tránsito.*

donde,

I_i = Intensidades horarias en cada uno de los accesos.

S_i = Intensidad de saturación de cada uno de los accesos.

Y finalmente, los tiempos de verde necesarios para cada fase “ T_{vfi} ” serán:

$$T_{vfi} = \frac{I_i}{S_i} C_{\min} + T_{R_{fi}} + 1/2 T_{AMfi}$$

donde,

$T_{R_{fi}}$ = tiempo de reacción de la fase i.

$1/2 T_{AMfi}$ = la mitad del tiempo de ámbar de la fase i.

Si tenemos una red de intersecciones coordinadas, el cálculo se debe realizar para cada una de ellas, y lógicamente, a cada una le resultará un ciclo diferente. Y para poderlas coordinar, todas deben funcionar al mismo ciclo, por lo que se debe elegir para todas el mayor de los ciclos mínimos calculados.

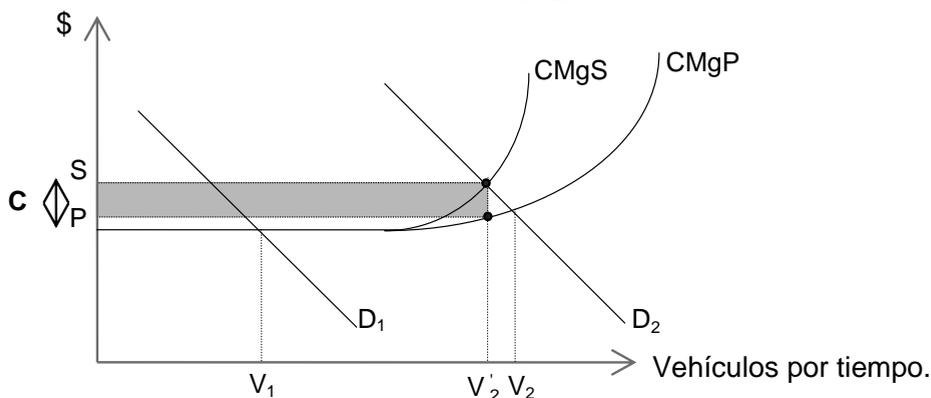
Por otra parte, dado que los flujos vehiculares varían durante el día según periodos, para los casos en los que se acentúen dichas variaciones, el cálculo descrito se debe realizar para cada periodo y ajustarse en los semáforos mediante sistemas de control variable. Para esto, se puede hacer uso de tecnología sofisticada que mejore el control del tránsito, por ejemplo, computarizando los cálculos y empleando cámaras de circuito cerrado para observar el estado real de las vías y modificar los parámetros.

Desincentivos Económicos

Una opción para reducir la congestión del tránsito de las vialidades sin que se incurra en la inversión en infraestructura vial, es desincentivando el uso de las vías conflictivas mediante cargos o tarifas a los individuos que de alguna manera influyen en la generación de congestión; de tal manera que los individuos que realicen acciones que influyen en la congestión (incorporarse al tránsito de una vía altamente demandada o estacionarse en dicha vía problemática) paguen por los daños o costos que ocasionan, o simplemente decidan no incurrir en dichos pagos y opten por realizar otras acciones que no generen congestión (escoger otra alternativa de camino o no estacionarse en la vía problemática).

Entonces, mediante el cargo por congestión se espera que los costos privados de los usuarios adicionales de la vía problemática (costos de operación de sus vehículos y la pérdida de tiempo particular) se iguale al costo social que provocan al incorporarse al tránsito de la vía problemática (aumento del costo de operación de los vehículos y del tiempo de viaje de los demás usuarios, aumento de la contaminación ambiental, etc.); es decir, el cobro tendría que ser igual al incremento del costo de los usuarios normales de la vía (entendamos por usuarios normales la capacidad máxima sin congestión de la vía). Para describir mejor lo anterior, analicemos la Gráfica N° 27.

GRÁFICA N° 27
DESINCENTIVOS ECONÓMICOS
CARGO POR CONGESTIÓN



donde,

CMgS = Costo marginal social (incremento en el costo social por cada vehículo adicional en la vía).

CMgP = Costo marginal privado (incremento en el costo privado de los usuarios por cada vehículo adicional en la vía).

D_1 = Demanda baja de la vía (en horas no pico).

D_2 = Demanda alta de la vía (en horas pico).

V_1 = Cantidad de vehículos que transitan por la vía en horas no pico.

V_2 = Cantidad de vehículos que transitarían por la vía si no se carga la congestión.

V'_2 = Cantidad de vehículos que transitarían por la vía si se cargara la congestión.

S = Costo social en dinero para V'_2 .

P = Costo privado en dinero para V'_2 .

C = cargo por congestión cuando la demanda es igual a D_2 .

 = Recaudación por concepto del cargo por congestión.

Por lo tanto, la aplicación de un cargo a la congestión en una vía conflictiva, reduciría la cantidad de demanda de la misma y, consecuentemente, la congestión vial, incrementándose así la eficiencia del uso de las vialidades urbanas, ya que el tránsito de la ciudad se distribuiría mejor. Además, la recaudación por concepto de cargos por congestión se podrá asignar a obras de infraestructura vial que mejoren la vialidad urbana.

Pero en la práctica existen dificultades para determinar los costos marginales, ya que cada usuario tiene diferentes costos según el tipo de vehículo y la actividad que esté realizando, pues por ejemplo, los camiones y vehículos comerciales es probable que sean afectados más seriamente por la congestión, que los vehículos particulares, a causa de la alta proporción de costos de trabajo en su total de costos de operación, su grado de flexibilidad en tiempo y selección de vías es mucho menor, y la pérdida de eficiencia asociada con la incertidumbre en los horarios y la distribución del tiempo; y más aún para cobrar a cada vehículo adicional la diferencia entre el incremento en el costo social que provoca y su costo privado. Por lo que el cargo por congestión se puede determinar en base a la diferencia entre costos medios sociales y costos medios privados de los vehículos que se estima transitarán por la vía en estudio, lo que implica que será un mismo cargo para todos los usuarios.

Otra de las dificultades que se presenta para el cargo por congestión, es que la congestión varía de acuerdo a la hora del día y el lugar de la ciudad. Entonces, los cargos por congestión a los usuarios de vías asignados a la cuenta para cubrir los costos por dicha externalidad, deberían ser restringidos a la hora y los lugares en los cuales la congestión ocurre, ya que de no ser así, el uso de las vías descongestionadas sería sobrecargado y, con ello, reducido ineficientemente a bajos niveles.

Analicemos tres de los más importantes cargos a la congestión que son: licencias restringidas, derechos de estacionamiento y peajes.

Licencias Restringidas

Este cargo consiste en restringir la circulación a los vehículos en ciertos lugares a determinadas horas del día (horas pico), a excepción de que se tenga licencia para poder circular por ellos, lo que representa un pago para estos usuarios. Siendo entonces este tipo de cobro, una buena opción para el cargo por congestión y cumplir con el propósito de disminuir la demanda de una vía conflictiva distribuyéndola a otras vías alternativas que se encuentren descongestionadas, es decir, para eficientar con la infraestructura existente el sistema vial urbano.

Dichas licencias pueden ser cobradas periódicamente (mensual, semestral o anual) a precios que se aproximen al costo marginal social (costo medio social del tránsito estimado) del uso de vehículos en los lugares congestionados. Y para que sean administrativamente factibles, los lugares que son cargados diferencialmente deben estar claramente identificados y delimitados; además que las autoridades deben estar preparadas para ajustar los cargos, a fin de que sirvan a los propósitos de descongestionar hasta donde sea óptimo. Este sistema de cargo por congestión mediante licencias restringidas para eficientar la vialidad urbana se ha implementado con éxito en Singapur.³⁸

Derechos de Estacionamiento

Los derechos de estacionamiento son una alternativa para cargar directamente a los operadores de automóviles, por influir en el congestionamiento urbano de las calles al ocupar parte de uno de los carriles de las vías como estacionamiento de sus vehículos; bajo el supuesto de que dichos espacios son demandados por los conductores que a diario utilizan las vías para realizar sus desplazamientos, y que con el estacionamiento son interferidos.

Peaje urbano para cargar la congestión

El peaje urbano para cargar la congestión, consiste en cobrar por el uso de las vías conflictivas durante las horas pico. Aplicar el peaje urbano, durante mucho tiempo estuvo sujeto a debate, debido a las dificultades que implicaba su cobro; pero en la actualidad, mediante el uso de tecnología sofisticada (sensores computarizados) que cargue la cuota establecida a la cuenta de cada vehículo al hacer uso de la vía en las horas estipuladas, en algunas ciudades europeas se ha convertido en una medida eficiente para descongestionar sus sistemas viales.

38 W.BAHL, Roy and F. LINN, Johannes; "Automotive Taxation", en *Urban Public Finance in Developing Countries*. World Bank-Oxford University Press. Washington, D.C. 1992. pág. 204.

Restricciones y Señalamientos

Otras medidas para optimizar las condiciones actuales de la vialidad, es impidiendo o evitando, mediante restricciones o señalamientos, que los usuarios de las vías cometan acciones que influyan en el congestionamiento, restricciones y señalamientos entre los que pueden aplicarse los siguientes:

- Prohibición del estacionamiento en las vías conflictivas, para lo que se informa al usuario de dicha determinación, mediante señalamientos (discos de no estacionarse en los postes de las calles y pintura amarilla en los machuelos de las banquetas); y se asegura su cumplimiento imponiendo multas a quienes no respeten los señalamientos. O en casos extremos, utilizar otro tipo de medidas que prohíban anticipadamente el estacionamiento. En Tokio, por ejemplo, se ha adoptado una medida que aunque dura, es eficaz y novedosa, ya que consiste en sólo autorizar la circulación (matriculación) del vehículo si se demuestra previamente que se dispone de lugar para estacionarlo.
- Restringiendo la circulación de los vehículos para algunos días de la semana, por ejemplo, dependiendo del último número de la matrícula como se hace en la ciudad de México.
- Dando prioridad al transporte público, mediante la designación de carriles o calles exclusivas para el uso de dichos vehículos (restringidas para los vehículos particulares), a fin de hacer más atractivo este servicio por su disminución en tiempo de recorrido, hecho que incentivaría la disminución del uso de vehículos particulares y el correspondiente aumento en la transportación colectiva que con un sólo vehículo traslada a un mayor número de personas.
- Peatonalizando algunas zonas céntricas de alta demanda por los habitantes de la ciudad, es decir, dando exclusividad al tránsito de personas caminando a pie, prohibiendo el paso tanto de los vehículos particulares como del transporte público, a excepción de algunos vehículos ligeros para el surtido de mercancías o permisos especiales para transportar materiales pesados; lo que permitiría un mayor tránsito de personas en dichos lugares y el consecuente mejor aprovechamiento de las actividades que ahí se desarrollan.
- La instalación de señales informativas en los puntos donde los usuarios del sistema vial puedan tomar dos o más itinerarios que los lleven al mismo destino, en las que se les indique cuál es el estado del tráfico en cada uno de ellos (libre, denso, congestionado), a manera que pueda escoger aquel que tenga mejores condiciones de circulación. Consiguiendo así, un sistema de

control de la demanda de las vías que redistribuya el tráfico entre toda la red vial, evitándose de esa manera los sobre congestionamientos.

- El cambio a un sólo sentido de calles y avenidas, creando pares de calles con diferentes sentidos. O cambiando el sentido de algunos carriles de calles y avenidas, en respuesta a la mayor demanda origen-destino en determinadas horas.
- La disminución de las velocidades máximas de las vialidades que presentan problemas de congestión. Esta medida de optimización de las vialidades, permite evitar el congestionamiento debido a que satisface una mayor cantidad de demanda de tránsito por la vía en donde se aplique; esto, porque el flujo vehicular que puede captar una vía depende, entre otras cosas, de la velocidad a la que transiten los vehículos por ella, ya que a mayor velocidad mayor será también la distancia de seguridad entre vehículos y, por lo tanto, la ocupación de cada vehículo en la vía (Véase Cuadro N° 38). Aunque la disminución de las velocidades afectaría también a las horas no conflictivas (no pico), existiendo entonces para dichos periodos una pérdida por concepto del aumento del tiempo de recorrido, y por ende de la eficiencia de las vías, problema que se podría evitar si se instalan en las vías en cuestión señalamientos de velocidad máxima de ajuste electrónico o, en su defecto, permitiendo para las horas no conflictivas exceder las velocidades establecidas en un margen razonable.

Cuadro N° 38
FLUJO VEHICULAR SEGÚN VELOCIDADES

Velocidad (KM/H)	Separación de seguridad entre vehículos	Longitud de ocupación promedio por vehículo	Recorrido (mts./min.). ¹	Flujo vehicular en cada carril	
				por minuto. ²	por hora. ³
20	3	$F^* + 3 = 9$	333	37	2,220
30	6	$F + 6 = 12$	500	41	2,460
40	10	$F + 10 = 16$	666	41	2,460
50	16	$F + 16 = 22$	833	38	2,280
60	25	$F + 25 = 31$	1,000	32	1,920
70	35	$F + 35 = 41$	1,166	28	1,707

FUENTE: GARCÍA RAMOS, Domingo; "La vialidad", en *Iniciación al Urbanismo*. Ed. UNAM. México, 1974. p.p. 315-319.

Otra de las medidas exitosas para evitar los congestionamientos y las horas pico, últimamente utilizadas en las ciudades francesas, ha sido la implementación del horario flexible en algunos centros de trabajo donde sea factible, pues los trabajadores tienden a escoger horarios corridos con entrada y salida en las horas en las que se les facilite más su transportación, lo que implica dos únicos desplazamientos en vez de cuatro y la redistribución de las demandas de tránsito en las diferentes horas del día de acuerdo a decisiones racionales; y en el mejor de los casos, los trabajadores han llegado a ajustar sus horarios de manera que en el lapso de tres días completan su jornada laboral semanal, lo que reduce aún más el número de desplazamientos por razones de trabajo y, por ende, la demanda de tránsito.³⁹

6.2.3. Análisis de las Alternativas de Solución

Si al optimizar la situación actual no se resuelve por completo el problema detectado, o no se puede aprovechar la oportunidad visualizada, entonces habría que ver si realizando cambios físicos a la infraestructura existente se pueden lograr dichos propósitos de manera que convenga más que los logros de la situación actual optimizada. Pero como es de suponerse, en la mayoría de los casos existe más de una posible solución mediante cambios en la infraestructura; es decir, existen varias alternativas de proyecto que pueden diferir tanto en sus diseños físicos como en los tipos de materiales a emplear, las cuales pueden generar diferentes beneficios e implicar diferentes costos en cualidad o en magnitud a lo largo del horizonte de planeación.⁴⁰ Por lo que para cada una de las alternativas de proyecto habría que identificar, cuantificar y valorar los beneficios que otorgarían a la sociedad y los costos en los que se incurriría para obtenerlos (costos de inversión, operación y mantenimiento) para cada período del horizonte de planeación, sobre los cuales se evaluarán tomando como base la situación actual optimizada, tal como se dijo en el apartado anterior.

Entonces, para analizar los efectos que produciría cada una de las alternativas de proyecto sobre la red vial de la ciudad, y poder estimar sus beneficios y costos, se

39 STONER, James A.F. y FREEMAN, R. Edward; "Autoridad, Delegación y Descentralización", en *Administración*. Quinta Edición. Ed. Prentice Hall. pág. 387.

40 *El horizonte de planeación corresponde al período definido para el cual se hará la evaluación del proyecto. El horizonte de análisis para los proyectos de infraestructura vial no debe superar los 20 años, pues contemplando un período mayor, las variables y supuestos aplicados a la evaluación podrían tener cambios importantes que afecten al proyecto.*

Si el horizonte de planeación es menor que la vida útil económica del proyecto, entonces corresponderá estimar su valor residual al término de dicho período, valor que para el último período del horizonte de planeación y al final, se deberá tratar como beneficio en la evaluación.

debe suponer que se ejecuta cada una de ellas preparando los escenarios en los que funcionarían si así fuera, es decir, realizar las previsiones del tránsito para cada caso.

Es importante que las previsiones del tránsito sean certeras, por ello deben tomarse en cuenta los fenómenos más relevantes que se producen, y llevar a cabo el proceso de predicción mediante modelos matemáticos que recojan las complejas interacciones que tienen lugar en el área de influencia de cada alternativa de proyecto, particularmente las que tengan relación con los efectos de la red vial de la ciudad.

Para estimar la demanda futura de la vialidad y con ello realizar las predicciones del tránsito, se pueden emplear los denominados modelos de simulación, los cuales son una herramienta matemática útil para realizar previsiones del tránsito. Como con nuestros estudios de oferta y demanda anteriormente expuestos, conocimos el comportamiento de los usuarios de la vialidad, los volúmenes de tráfico, el uso de los estacionamientos, la utilización de los transportes colectivos, las características de la red vial, la localización de los centros de trabajo, y otros hábitos de los usuarios de la red vial. Es posible aplicar un modelo de simulación que trate de reproducir, en primer lugar, la situación actual del tráfico y transporte cuya información real ya es conocida por nosotros, con la finalidad de calibrar el modelo ajustando las diferencias entre la situación simulada y la real; y después, con base en el modelo calibrado, poder estudiar las posibles situaciones futuras con diferentes hipótesis, es decir, para las diferentes alternativas de proyecto.

Se han elaborado programas computacionales de simulación, cuya aplicación responde a las características particulares de cada caso, entre los que podemos mencionar:⁴¹

- Para Intersecciones semaforizadas, el SIDRA (Akcelik, R., 1986,1987); SIGCAP (Allsop, 1975), para fines de diseño; y PICARDY y ARCADY (Department of Transport, 1985), si se trata de intersecciones de preferencia o glorietas.
- Para Ejes o Redes, cualquiera que sea el caso, el TRANSYT (Vicent, Mitchel y Robertson, 1980), con el modelo de dispersión corregido (Aldea y Díaz, 1987; Gibson y Wityk, 1988); y si existen problemas relevantes originados por bloqueos que afectan a dos o más intersecciones contiguas, puede recurrirse a TRAFFICO (Logie y Dawson, 1981) para obtener valores realistas de flujos de saturación en TRANSYT.

41 *Departamento de Inversiones del Ministerio de Planificación Nacional; Inversión Pública, Eficiencia y Equidad. Segunda edición. Chile, 1992. p.p.347-348.*

6.2.4. Beneficios y Costos Sociales de Proyectos de Vialidad Urbana

Los beneficios y costos socioeconómicos que generan e implican los proyectos de vialidad son diversos, y según el efecto que producen se pueden clasificar en directos, indirectos, externalidades e intangibles. Todos estos serán los beneficios y los costos cuya cuantificación es estimada mediante los modelos de simulación y sobre los cuales se realizará la selección y evaluación de las alternativas de proyecto; pero antes de eso, como es de suponerse, dichos beneficios y costos que podría generar un proyecto de vialidad deben ser identificados para cada caso particular (ya sean alternativas de proyecto o proyectos). En este apartado trataremos de describir los beneficios y costos socioeconómicos más importantes y de mayor incidencia a considerar en la evaluación socioeconómica de proyectos de vialidad.

6.2.4.1. Beneficios Sociales

Los beneficios sociales de los proyectos de vialidad, principalmente se caracterizan por derivarse del ahorro de costos para los usuarios de la vía en la que se efectúen mejoras, para los usuarios de otras vías que se vean afectadas positivamente y los efectos positivos que a terceras personas se produzcan, los cuales, una vez cuantificados, deben ser valorados a precios sociales, es decir, al verdadero valor que para la sociedad tienen los recursos que se ahorrarían si se ejecutara el proyecto, pues al ahorrarse dichos recursos con la implementación del proyecto se da la posibilidad de aprovecharlos o utilizarlos en otras actividades económicas que también generen beneficios, eliminándose así, para el caso de los recursos liberados con el proyecto en cuestión, el costo de oportunidad.⁴²

Describamos a continuación los diferentes y más comunes beneficios sociales, que un proyecto de vialidad podría otorgar a la sociedad.

⁴² Para realizar una evaluación de tipo social, la mano de obra, capital, divisas y tasa de descuento deben ser convertidos de precios de mercado a precios sociales, que reflejan el verdadero valor que para la sociedad representan, ya que los precios de mercado son precios distorsionados por la influencia de subsidios e impuestos discriminatorios que reducen o aumentan el precio de los bienes y servicios, dejando así de representar su precio el valor real, es decir, lo que en realidad cuesta a la sociedad el uso de esos recursos. Los factores de conversión son proporcionados por el Centro de Estudios para la Preparación y Evaluación de Proyectos (CEPEP), o a manera de ejemplo, véase una forma en la que se pueden calcular de manera aproximada los precios sociales para una localidad, en el Capítulo 1, Apartado 1.2.5., Tema COSTOS SOCIALES DIRECTOS, de esta Sección II del documento.

Beneficios Sociales Directos

Los beneficios sociales directos de un proyecto de vialidad, son aquellos que se derivan del ahorro en costos sociales por el uso y mantenimiento de la vía mejorada en vez de la vía bajo las condiciones de la situación actual optimizada, entre los que destacan los siguientes:

Ahorro en Tiempo de Viaje de los Usuarios

Este beneficio se genera cuando el proyecto de vialidad permite un traslado más rápido entre los puntos origen-destino, como consecuencia de modificaciones de las características de diseño y construcción de la red vial y sus elementos. Esta movilidad más veloz, libera tiempo que el usuario puede emplear, para el caso de los traslados domicilio-trabajo, en actividades productivas (iniciar sus actividades laborales más temprano si con ello obtendrá un mayor ingreso), en el ocio (mayor tiempo de descanso), en actividades recreativas (por ejemplo para ejercitar el cuerpo), para la información (conocimiento de las noticias por algún medio), etc.; y en el caso de que el transporte sea por razones de distribución de bienes y servicios, se acelera dicha actividad, es decir, con el tiempo disponible se puede realizar una mayor cantidad de distribuciones de bienes y servicios, traduciéndose todo esto, en un aumento de la productividad y del nivel de bienestar de la población.

Dado que el beneficio por ahorro del tiempo de viaje de los usuarios de la vialidad, se refleja en la liberación de tiempo que puede ser empleado en el trabajo o en otras actividades diferentes al trabajo, la valoración de este beneficio sería igual al ingreso percibido por tiempo ya que los individuos que deciden realizar las otras actividades diferentes al trabajo están sacrificando tiempo de trabajo y, por lo tanto, los ingresos que podrían percibir trabajando. La valoración del ahorro en tiempo de viaje de los usuarios de la vialidad, se obtiene precisamente del precio social de la mano de obra que se transporta por la vía en cuestión; pero como sería muy difícil distinguir entre los diferentes tipos de mano de obra para aplicarles el precio social que les corresponde, podemos utilizar para la evaluación el salario medio de la localidad de que se trate, el cual se aplicaría al flujo de personas detectado con nuestro estudio de ocupación de los vehículos.

Ahorro de Costos de Operación de los Vehículos

Estos beneficios corresponden al menor consumo de combustible de los vehículos, así como de refacciones, mano de obra, neumáticos, lubricantes, etc., que se requieren para el funcionamiento de los vehículos, los cuales tienen relación con el estado del pavimento (mientras más malas sean las condiciones del pavimento de

la vía, mayores serán los requerimientos de mantenimiento de los vehículos), con la distancia a recorrer dado el trazado de las vías y, el tiempo de recorrido afectado por el número de paradas y/o la velocidad (mientras mayores sean distancia y/o tiempo, se consume más combustible, lubricantes, neumáticos, etc.). Entonces, si a consecuencia de la ejecución del proyecto de vialidad se reducirían los costos enunciados, el proyecto tiene la capacidad de generar beneficios por ahorro de costos de operación de los vehículos. La cuantificación de estos beneficios se debe hacer por tipo de vehículo de acuerdo a sus requerimientos y especificaciones técnicas valorándose a precios sociales. Y estos son beneficios sociales porque se liberarían recursos que pertenecen a la sociedad, y por ello estarían disponibles para ser empleados en otras actividades productivas, que a su vez se esperaría generen bienestar a la población.

Ahorro de Costos de Mantenimiento de la Vía

Estos otros beneficios directos de los proyectos de vialidad, se presentan cuando a causa del proyecto se daría una disminución eventual o permanente, dependiendo del tipo y características de la obra proyectada, de los costos en los que se debe incurrir para conservar en buen estado la infraestructura vial. Al igual que los demás beneficios directos analizados se consideran beneficios sociales.

Ahorro en Costos por Accidentes

Si el proyecto que se pretende realizar proporcionaría mayor seguridad a los automovilistas y peatones, y por ende, tiene la capacidad de disminuir los accidentes en las vías en cuestión; generaría, si se ejecutara, un beneficio por ahorro de costos por accidentes, tales como costos por atención de lesiones a heridos en los accidentes (costos hospitalarios, medicamentos, operación de ambulancias, la mano de obra de paramédicos, médicos y enfermeras, etc.); daños materiales tanto a vehículos como a la infraestructura vial y los costos por la congestión provocada con el accidente. Estos también son valorados a precios sociales y su ahorro implica la liberación de recursos de la sociedad.

Al hablar de los beneficios directos que generan los proyectos de vialidad, hay que distinguir entre los diferentes tipos de tránsito, debido a que para cada uno de ellos el grado de beneficio (ahorro en costos) será diferente y, por lo tanto, se calculan por separado. Entre éstos se distinguen los siguientes:

- *Tránsito Normal.*- Es el tránsito que existe actualmente en la vía donde se pretende ejecutar el proyecto.

- *Tránsito Desviado.*- Es aquel que modifica su ruta sin cambiar su origen-destino, como consecuencia de la ejecución del proyecto, debido a que los individuos que lo integran ven la oportunidad de reducir su tiempo de traslado u otras molestias viales. Entonces, el tránsito desviado, a su vez se debe distinguir según el origen-destino y la vía de donde proviene.
- *Tránsito Generado.*- Es el que se induce con la ejecución del proyecto, es decir, es un tránsito que actualmente no existe, y si el proyecto no se realiza no existirá; pero si el proyecto se implementa, este tránsito surgirá como consecuencia de la visualización de nuevas oportunidades por los individuos que lo integrarán.
- *Tránsito Transferido.*- Es el que cambia el origen y/o destino, como consecuencia de la ejecución del proyecto; por decir algo, al facilitarse la movilidad de los habitantes de la zona de influencia del proyecto, se puede incentivar el cambio de domicilio a dicha zona por los individuos que quieran aprovechar esa ventaja.

Como es evidente, tanto el tránsito generado como el transferido, serían muy difíciles de estimar, por lo que para la evaluación cuantitativa de los proyectos de vialidad se consideran sólo los beneficios generados al tránsito normal y al desviado; en tanto a los otros dos, si se considera que podrían presentarse, se debe realizar una descripción cualitativa bajo la reserva de que efectivamente no sea así.

Beneficios Sociales Indirectos

Los beneficios sociales indirectos son aquellos que como consecuencia de la ejecución del proyecto, se generan a otros mercados relacionados con el proyecto, tales como las vías alternativas (servicio sustituto al proyecto), el mercado de bienes raíces o el mercado de estacionamientos (a los que pertenecen bienes complementarios al proyecto). Analicemos cada uno de ellos:

Beneficio por Ahorro de Costos en las Vías Alternas

Cuando por la ejecución de un proyecto de vialidad se espera que cierto tránsito actual de otras vías se desvíe al proyecto, porque para sus puntos origen-destino otorgan mayores ventajas; se provoca un descongestionamiento en las otras vías que se traduce como menores costos de mantenimiento para conservarlas y beneficios por ahorro de tiempo de los usuarios y costos de operación de los vehículos que aún con el proyecto continúan transportándose por ellas.

Beneficio por Aumento de Valor de las Propiedades

Dado que con un proyecto de vialidad se facilitaría el transporte a o de la zona de influencia del proyecto y sus habitantes en lo particular gozarían diariamente de los beneficios directos descritos anteriormente, aunque en términos particulares se valorarían a precios de mercado, por lo que sería un ahorro privado para cada individuo; la demanda de las propiedades de dicha zona aumenta con el proyecto debido al mayor valor que los individuos les asignan, por ende, tanto el precio de mercado como el precio social de los terrenos de la zona en cuestión se elevarían a causa de la ejecución del proyecto, y al aumentar el valor de esos terrenos la localidad se hace más rica.

Beneficio por Aumento de Oferta de Estacionamiento

Si el proyecto de vialidad otorgaría espacios para permitir el estacionamiento de un mayor número de vehículos, por ejemplo, si consiste en la apertura de una nueva calle o avenida; se proporcionaría un beneficio por la mayor accesibilidad y uso de lugares de estacionamiento a los usuarios de este mercado, que se refleja por el ahorro en tiempo y costos en la búsqueda de dichos lugares y el traslado de estos lugares a los destinos y viceversa.

Externalidades Positivas

Las externalidades positivas de un proyecto de vialidad son aquellos efectos que generan mejoras en los niveles de bienestar de terceras personas. Por lo general, estos efectos son el resultado de la disminución en la contaminación ambiental por humo o ruido que producen los vehículos que transitan por la red vial de la ciudad, ya sea por la descongestión que se provoca con el proyecto o porque el diseño del proyecto contempla la construcción de áreas verdes en camellones y/o banquetas que contribuirían a la desintoxicación de la ciudad. Estas externalidades positivas se pueden cuantificar y valorar con base en la estimación del ahorro de costos que generan, como por ejemplo, la reducción de la generación de humo en algunas zonas a consecuencia del proyecto, se refleja en la disminución del empleo de pintura y mano de obra para remozar las fachadas de las construcciones que se manchan con el hollín, u otros costos que ocasionan las emisiones de contaminantes de los vehículos.

Beneficios Intangibles

Habrán algunas externalidades positivas que por su magnitud sean difíciles de cuantificar y aún más de valorar monetariamente; sin embargo, están bien identificadas y existe

plena confianza de que sus efectos en el bienestar de la población estarán presentes y serán de importancia representativa si se ejecutara el proyecto; por decir algo, los efectos positivos en la salud de la población cuando se disminuyen los niveles de contaminación o la disminución de muertes por accidentes, ya que a la vida y la salud humana en la actualidad es imposible asignarles un precio. Estos beneficios intangibles, es decir, que no se pueden cuantificar, por lo mismo no es posible contemplarlos junto con los otros beneficios en la evaluación cuantitativa; pero dado que son efectos que produciría el proyecto que son relevantes para elevar el nivel de bienestar de la gente de la localidad, se debe realizar un análisis cualitativo en donde se describan dichos efectos positivos, sus alcances e importancia, cuyos resultados deberán ser contrastados con los resultados de la evaluación cuantitativa a fin de tomar la decisión más acertada (conveniente) para el desarrollo de la sociedad de la localidad.

6.2.4.2. Costos Sociales

Los costos sociales son aquellos efectos que se producen cuando un proyecto implica un mayor uso de recursos, o el desvío de los recursos empleados en otras actividades productivas para ser empleados por el proyecto, y aquellos efectos negativos ocasionados a terceras personas con la ejecución del proyecto, tanto durante la etapa de inversión como en la de operación, ya sean cuantificables o no cuantificables. Por lo tanto, también los costos sociales se dividen en directos, indirectos, externalidades e intangibles, los cuales analizaremos a continuación.

Costos Sociales Directos

Estos costos son los que genera el proyecto para su ejecución, tales como el uso de los recursos que se requieren para la inversión y operación valorados a precios sociales; de tal manera que representen el verdadero valor que la sociedad les otorga a dichos recursos, que es igual al sacrificio de no usarlos en la actividad productiva alternativa (costo de oportunidad).⁴³ Entre los costos de inversión se encuentran los

43 *Para realizar una evaluación de tipo social, la mano de obra, capital, divisas y tasa de descuento, deben ser convertidos de precios de mercado a precios sociales, que reflejan el verdadero valor que para la sociedad representan, ya que los precios de mercado son precios distorsionados por la influencia de subsidios e impuestos discriminatorios que reducen o aumentan el precio de los bienes y servicios, dejando así de representar su precio el valor real, es decir, lo que en realidad cuesta a la sociedad el uso de esos recursos. Los factores de conversión son proporcionados por el Centro de Estudios para la Preparación y Evaluación de Proyectos (CEPEP), o a manera de ejemplo, véase una forma en la que se pueden calcular de manera aproximada los precios sociales para una localidad, en el Capítulo 1, Apartado 1.2.5., Tema COSTOS SOCIALES DIRECTOS, de esta Sección II del documento.*

gastos en adquisición de terrenos y equipos, mano de obra calificada y no calificada y materiales y equipos nacionales y extranjeros que se requieren para estudios de ingeniería y obras civiles. En cuanto a los costos de operación de los proyectos de vialidad urbana, están aquellos que se realizan para mantener en buen estado la infraestructura vial y sus componentes (señalización, demarcación, objetos de ornato, etc.) durante la vida útil del proyecto con el fin de conservar la calidad y nivel de servicio de la vialidad.⁴⁴

Costos Sociales Indirectos

Los costos sociales indirectos son aquellos que el proyecto provoca en los mercados relacionados con él, tales como en las vías complementarias al proyecto, el mercado de estacionamientos o el de bienes raíces, que si es ejecutado el proyecto resultarían perjudicados. Veamos en qué consiste esto.

Aumento de Costos en las Vías Alternativas

Cuando por la ejecución de un proyecto de vialidad, cuyo efecto es la captación de un mayor flujo vehicular por consiguiente se provoca el aumento del flujo de las vías que se conectan al proyecto y por las cuales después de transitar por el proyecto se requiere también hacerlo para llegar al destino del viaje. Se genera un aumento en los costos de operación de dichas vías complementarias al proyecto, y también en los costos de los usuarios (aumento en costos de operación y mantenimiento de los vehículos, y pérdida de tiempo).

Disminución de Oferta de Estacionamientos

Si el proyecto implica la reducción de espacios de estacionamiento respecto a la situación actual optimizada, los usuarios de los estacionamientos tendrán que incurrir en costos adicionales para buscar donde estacionar sus vehículos (aumento de tiempo y costos de operación y mantenimiento de los vehículos), además de provocar costos en las vías sobre las que tienen que transitar para buscar dicho estacionamiento (los cuales deben ser considerados como aumento de costos en vías complementarias).

44 *Cabe distinguir nuevamente, que cuando los costos de operación de un proyecto de vialidad urbana son menores que los costos de operación de la situación actual optimizada, el diferencial entre ambos es un beneficio del proyecto. Pero cuando los costos de operación del proyecto son mayores que los costos de operación de la situación actual optimizada, la diferencia es costo del proyecto.*

Costo por Intrusión Visual

Cuando el proyecto provocaría la pérdida visual de casas o negocios (por decir algo, la construcción física de un paso sobrenivel), el valor de dichas propiedades se reduce porque se limita su uso. Y al reducirse el valor de los recursos que pertenecen a la sociedad, se reduce también su riqueza.

Externalidades Negativas

Las externalidades negativas son los efectos que por la ejecución del proyecto de vialidad se ocasionarían en el medio ambiente debido a la contaminación, ya sea por aumento de ruido, incremento de la emisión de partículas contaminantes, la disminución de áreas verdes, la congestión vial que se provoca durante la construcción de la obra, etc.; que dañarían tanto a usuarios como no usuarios del proyecto. Las tres primeras externalidades mencionadas se podrían cuantificar y valorar con base en el costo que implicaría ejecutar la alternativa más económica, si es que existe, para evitar o enfrentar los efectos de dichas externalidades (Véanse Cuadros N° 39 y 40); y la última, se podría cuantificar y valorar mediante la estimación del aumento de costos a raíz de las desviaciones, restricciones y dificultades viales durante la construcción del proyecto (aumento en costos de operación de vías alternativas, aumento de costos de operación y mantenimiento de los vehículos tanto de los usuarios normales de las vías alternativas como de los usuarios desviados, y su respectivo aumento en tiempo). Es decir, internalizando en el proyecto las externalidades que provoca.

Cuadro N° 39
COSTOS AMBIENTALES ANUALES DE ACUERDO CON SUS EFECTOS
POTENCIALES ESTIMADOS PARA LA CIUDAD DE MÉXICO.

Efectos de los contaminantes	Millones de dólares
Partículas suspendidas sobre la morbilidad	360
Partículas suspendidas sobre mortalidad	480
Ozono sobre la mortalidad	100
Plomo en la sangre de los niños	60
Plomo sobre educación asistida para niños	20
Plomo sobre hipertensión de adultos	10
Plomo sobre infartos de miocardio	40

FUENTE. Revista Comercio Exterior, Vol. 45 NUM 10, México, octubre de 1995. "Políticas ambientales para una ciudad sustentable", tema de los costos externos del automóvil de Gabriel Quadri de la Torre, pág. 760. Basado en S. Margulís, Back of the Envelope Estimates of Environmental Damage Costs in México, WPS824, Banco Mundial, Washington, 1992.

Cuadro N° 40
Incremento de Síntomas Respiratorios Cada Vez que se Alcanzan Niveles de Contingencia Atmosférica

Síntomas respiratorios	Número de casos	Costo de atención (miles de pesos)
• Síntomas respiratorios no especificados	389,124	ND
• Infecciones respiratorias agudas	104,400	24,500
• Asma	24,000	28,158
• Bronquitis crónica	2,750	14,962
• Bronquitis aguda	1,726	2,025
Total	522,000	69,645

FUENTE: "Fundamentación y balance de la aplicación del Plan de Contingencias Atmosféricas: enero de 1996", en *Federalismo y Desarrollo* No. 53. BANOBRAS Enero-Febrero-Marzo de 1996. Pág. 68. Basada en información de la Dirección General de Salud Ambiental de la SSA (1995) en *Acciones Metropolitanas ante Contingencias Ambientales 1995-1996*.

Costos Intangibles

Generalmente los costos intangibles son los de las externalidades negativas cuya cuantificación y valoración económica es muy difícil, no pudiendo por tanto ser evaluadas cuantitativamente, por lo que se debe realizar un análisis cualitativo de su impacto, el cual puede estar basado en parámetros técnicos que señalen niveles máximos de tolerancia, respecto a los cuales se puede tomar una decisión al contrastarlos con los resultados de la evaluación cuantitativa (Véanse Cuadros N° 41 y 42). Es decir, se estimaría el impacto ambiental del proyecto medido con indicadores técnicos, y si estos rebasan los parámetros tolerables, entonces es muy probable que esa información influya en que no se realice el proyecto, pues los efectos económicos serían impredecibles cuantitativamente.

Cuadros N° 41
Niveles Admisibles de Ruido

Niveles de ruido máximos para nuevas construcciones:		
Zonas Residenciales	Leq (día)	65 dB (A)
	Leq (noche)	55 dB (A)
Zonas Enseñanza y Hospitales	Leq (día)	55 dB
	Leq (noche)	45 dB (A)
Zonas Comercio e Industria	Leq (día)	75 dB (A)
	Leq (noche)	75 dB (A)

FUENTE: *Temas de Administración Local (TAL)* No. 48. Tráfico y Transporte en la ciudad. Ed. Centro de Estudios Municipales y de Cooperación Interprovincial (CEMCI). España, 1993. P.P. 101 y 102.

Nota: Para construcciones existentes, los mismos pero aumentados en 10 dB (A)

$$\text{dB} = \text{decibelio} = \text{Nivel de Presión Sonora} = 20 * \text{Log.} \frac{P}{P_0}$$

donde,

P = presión sonora media del sonido medido.

P₀ = presión sonora media de referencia.

Leq = Nivel Sonoro equivalente: magnitud más significativa como escala de la medida de la exposición prolongada al ruido.

Cuadros N° 42
Los Cinco Niveles de Medición del Índice
Metropolitano de la Calidad del Aire (Imeca)

Puntos	Nivel
0-50	Bueno
51-100	Satisfactorio
101-200	No satisfactorio
201-300	Malo
301-500	Muy malo

Fuente: Comisión Estatal de Ecología (COESE), de Jalisco.

6.2.5 Selección de Alternativas de Proyecto y Maximización de la Rentabilidad del Proyecto

Una vez que se han identificado, cuantificado y valorado los beneficios y costos sociales que cada una de las alternativas de proyecto generaría a lo largo de su vida útil si es que se ejecutaran, correspondería seleccionar aquella que sea más rentable para la sociedad, es decir, la que de ser implementada haría más rica a la sociedad de nuestra localidad. Para ello, requerimos de aplicar a los beneficios netos (beneficios menos costos) que generarían las alternativas de proyecto, indicadores de rentabilidad que nos permitieran comparar entre ellas, y así elegir como proyecto de inversión la alternativa que proporcionará mayor bienestar a la población.

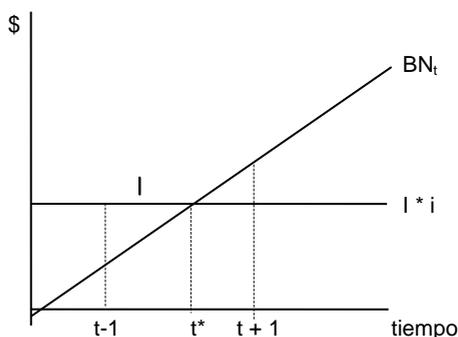
Los indicadores de rentabilidad mencionados serían, el “Valor Actual Neto (VAN)”, si es que las alternativas de proyecto cuentan con igual vida útil (la misma duración). Y en el caso de que las alternativas tuvieran diferente vida útil (distinta duración), entonces el indicador a aplicar sería el “Valor Anual Equivalente (VAE)”.

De los resultados que se obtengan para las alternativas de proyecto con el VAN o el VAE, según sea el caso, el mayor corresponderá a la mejor alternativa que sería la alternativa que convendría seleccionar como proyecto.⁴⁵

Pero para tomar la decisión de ejecutar o no el proyecto que se esté analizando, en el caso de la vialidad urbana, que como ya hemos visto sus beneficios son crecientes conforme pasa el tiempo; lo relevante no es considerar si el proyecto generará rentabilidad en caso de ser ejecutado, sino cuándo se deberá ejecutar el proyecto para obtener la mayor rentabilidad posible. Es decir, que el proyecto podría no ser rentable en el momento de la evaluación, y sin embargo, conforme transcurra el tiempo los beneficios que generará serán mayores, lo que provocará que en algún tiempo futuro la ejecución del proyecto se torne rentable y, de ese momento en adelante, conforme pase el tiempo, el proyecto se hará más rentable si se posterga su ejecución, hasta un momento en el que la rentabilidad del proyecto sea la máxima, en el cual será conveniente ejecutarlo, ya que de seguirse postergando su ejecución la rentabilidad comenzaría a decrecer (Véanse Gráficas N° 28 y 29).

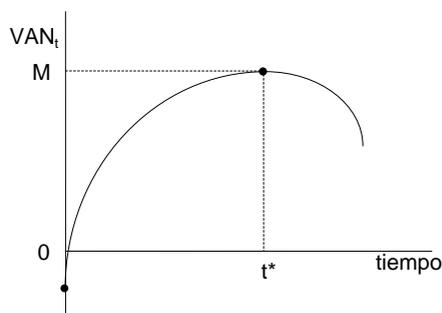
GRÁFICA N° 28

Momento Óptimo de Inicio
de un Proyecto de Vialidad
Urbana



GRÁFICA N° 29

Momento Óptimo de Inicio
de un Proyecto de Vialidad
Urbana



- t^* = momento óptimo de inicio.
- Bn_t = beneficios netos del tiempo t .
- $I * i$ = Costo de construir en t .
- VAN_t = Valor Actual Neto de las alternativas de inicio.
- M = máximo VAN respecto al tiempo de inicio.

45 Los cálculos tanto del VAN como del VAE se pueden realizar de manera más exacta y rápida con el uso de una calculadora financiera o una hoja de cálculo electrónica mediante la aplicación de funciones financieras. Pero si gusta ver el procedimiento manual de dicho cálculo y el procedimiento a seguir con la hoja de cálculo de Excel, puede consultar el Capítulo 2, apartado 2.1.2., de la Sección I de este documento.

Como puede observarse en la Gráfica N° 28, un proyecto de vialidad urbana cuyos beneficios son crecientes a través del tiempo (hasta cierto tiempo relevante); de ser iniciado en el periodo $t-1$ se incurriría en pérdidas equivalentes al área del triángulo que se forma por debajo de la curva I^*i y por encima de la curva BN_t entre $t-1$ y t^* , hasta que la vida del proyecto llegue al tiempo t^* , en el que el costo de construir es igual al beneficio neto generado y, a partir del cual en adelante se empieza a obtener ganancias hasta que la vida del proyecto finalice, ganancias que si en términos de valor actual son mayores que las pérdidas incurridas en los tiempos anteriores al tiempo t^* , implicarían la obtención de un VAN positivo, que indicaría que el proyecto es rentable, ya que si se ejecuta en el año $t-1$ la sociedad se haría más rica en el monto que señale el VAN.

Esto quiere decir que si en vez de iniciar el proyecto en el tiempo $t-1$ se iniciara en el tiempo t^* podríamos obtener una mayor rentabilidad (la máxima rentabilidad) de éste, y por lo tanto su contribución al desarrollo económico de la localidad sería también mayor en el monto que señalara la diferencia entre el VAN de una alternativa de inicio y otra. Por otra parte, si el proyecto se iniciara en el tiempo $t+1$ en vez de iniciarlo en t^* , incurriríamos en una pérdida de beneficios sociales equivalente al área del triángulo que se encuentra por debajo de la curva de BN_t y por arriba de la curva I^*i entre t^* y $t+1$, por el hecho de no haber aprovechado el proyecto para gozar de esos beneficios; de tal forma que el proyecto podría seguir siendo rentable (obtendría un VAN positivo), pero menos que si se iniciara el proyecto en el tiempo t^* en el que como se ha analizado, se aprovecha al máximo la inversión.

Para determinar el momento óptimo de inicio de un proyecto de vialidad urbana, cuyos beneficios son crecientes a través del tiempo, se aplican la “Tasa de Rendimiento Inmediata (TRI)” o el “Valor Actual Neto Marginal (incremento del VAN)”, como indicadores. El primero se utiliza cuando el incremento relativo de los beneficios se mantiene aproximadamente constante y el monto de inversión que se requiere para ejecutar el proyecto es el mismo (en términos de valor actual), o implica cambios insignificantes entre las alternativas de inicio; y el segundo, en los casos en que cada una de las alternativas de inicio impliquen montos de inversión y capacidades significativamente distintos y los cambios en los flujos de beneficios netos también sean representativos.⁴⁶

El criterio para determinar cuándo es el momento óptimo de inicio de un proyecto del tipo señalado, es cuando la TRI es mayor o igual que la tasa de descuento social vigente, es decir, cuando $TRI > i$.

46 *Para profundizar sobre el cálculo de la “Tasa de Rendimiento Inmediata (TRI)” o el “Valor Actual Neto Marginal (incremento del VAN)”, véase el Capítulo 2, apartado 2.2.1., de la Sección I de este documento.*

Respecto al Valor Actual Neto Marginal (ΔVAN), como se ha mencionado, el objetivo de identificar el momento óptimo de inicio de un proyecto es obtener su máxima rentabilidad, es decir, lograr el valor actual neto (VAN) más alto, por lo tanto, el VAN también puede ser un indicador del momento óptimo de inicio y además, es el más recomendable cuando el monto de la inversión del proyecto es dependiente del momento en que se inicie el proyecto, esto es, cuando la inversión cambia conforme se posterga el proyecto.

Para encontrar el momento óptimo de inicio de un proyecto se trata de igualar el beneficio marginal de la postergación con el costo marginal de ésta. Dicho de otra manera, conviene postergar el proyecto hasta que el cambio que experimenta el VAN, como resultado de la postergación, sea igual a cero (o negativo).⁴⁷

En el cálculo del Valor Actual Neto Marginal (ΔVAN), hay que considerar que en algunos proyectos los beneficios netos además de estar en función del tiempo están en función del momento en que se construye el proyecto, como es el caso de los proyectos de vialidad urbana, en los cuales los beneficios se miden por el volumen de tránsito, ocurre que la construcción o mejoramiento de ésta implicaría que, se le use más y/o se desarrollen nuevos centros productivos que la utilicen. Es decir, existen beneficios adicionales debido a la construcción del proyecto.

ANEXO

TABLA A-1
FACTOR DE AJUSTE POR ANCHURA DE CARRIL

ANCHURA DE CARRIL m	2,40	2,70	3,00	3,30	3,60	3,90	4,20	4,50	4,80
FACTOR DE AJUSTE, (f_A)	0,87	0,90	0,93	0,97	1,00	1,03	1,07	1,100	Pase a dos carriles

FUENTE: Temas de Administración Local No. 48. *Tráfico y Transporte en la ciudad*. Ed. Centro de Estudios Municipales y de Cooperación Interprovincial (CEMCI). España, 1993. Pág. 63

⁴⁷ Por beneficio marginal de la postergación se entiende el valor actual de la diferencia de beneficios debido a la edad del proyecto, más el valor capitalizado de los costos que se postergan. El costo marginal de la postergación del proyecto corresponde al beneficio que se deja de obtener al postergar el inicio, más el nuevo costo de construcción (inversión).

TABLA A-2
FACTOR DE AJUSTE POR VEHÍCULOS PESADOS

PORCENTAJE DE VEHÍCULOS PESADOS, (% VP.)	0	2	4	6	8	10	15	20	25	30
FACTOR DE AJUSTE, (f_{vp})	1,00	0,99	0,98	0,97	0,96	0,95	0,93	0,91	0,89	0,87

FUENTE: Temas de Administración Local No. 48. *Tráfico y Transporte en la ciudad*. Ed. Centro de Estudios Municipales y de Cooperación Interprovincial (CEMCI). España, 1993. Pág. 63

TABLA A-3
FACTOR DE AJUSTE POR INCLINACIÓN DE LA RASANTE

	BAJADA			A NIVEL	SUBIDA		
INCLINACIÓN, %	-6	-4	-2	0	+2	+4	+6
FACTOR DE AJUSTE, (f_i)	1,03	1,02	1,01	1,00	0,99	0,98	0,97

FUENTE: Temas de Administración Local No. 48. *Tráfico y Transporte en la ciudad*. Ed. Centro de Estudios Municipales y de Cooperación Interprovincial (CEMCI). España, 1993. Pág. 63

TABLA A-4
FACTOR DE AJUSTE POR ESTACIONAMIENTO, f_e

No. DE CARRILES EN EL GRUPO	SIN	No. DE MANIOBRAS DE ESTACIONAMIENTO POR HORA, N_m				
	ESTACIONAMIENTO	0	10	20	30	40
1	1,00	0,90	0,85	0,80	0,75	0,70
2	1,00	0,95	0,92	0,89	0,87	0,85
3	1,00	0,97	0,95	0,93	0,91	0,89

FUENTE: Temas de Administración Local No. 48. *Tráfico y Transporte en la ciudad*. Ed. Centro de Estudios Municipales y de Cooperación Interprovincial (CEMCI). España, 1993. Pág. 63

TABLA A-5
FACTOR DE AJUSTE POR BLOQUEO EN PARADAS DE AUTOBUSES, f_{bb}

No. DE CARRILES EN EL GRUPO	NÚMERO DE AUTOBUSES QUE PARAN POR HORA, N_B				
	0	4	20	30	40
1	1,00	0,96	0,92	0,88	0,83
2	1,00	0,98	0,96	0,94	0,92
3	1,00	0,99	0,97	0,96	0,94

FUENTE: Temas de Administración Local No. 48. *Tráfico y Transporte en la ciudad*. Ed. Centro de Estudios Municipales y de Cooperación Interprovincial (CEMCI). España, 1993. Pág. 63

TABLA A-6
FACTOR DE AJUSTE POR TIPO DE ÁREA

TIPO DE ZONA	FACTOR f_a
CENTRO URBANO	0,90
OTRAS ZONAS	1,00

FUENTE: Temas de Administración Local No. 48. *Tráfico y Transporte en la ciudad*. Ed. Centro de Estudios Municipales y de Cooperación Interprovincial (CEMCI). España, 1993. Pág. 63

TABLA A-7
FACTOR DE AJUSTE POR GIROS A LA DERECHA

CASO	TIPO DE GRUPO DE CARRILES	FACTOR DE GIRO A LA DERECHA, f_{MD}							
1	CARRIL NO EXCLUSIVO FASE PARA MD PROTEGIDO	0.85							
2	CARRIL MD EXCLUSIVO, FASE PARA MD PERMITIDA	$f_{MD} = 0.85 - (pt./2.100)$; pt. < 1.700 $f_{MD} = 5.05$; pt > 1.700							
		Número de peatones conflicto. (pt.)	0	50 (Bajo)	100	200 (Mod)	300	400 (Alto)	500
		Factor	0.85	0.83	0.80	0.75	0.71	0.66	0.61
		Número de peatones conflicto (pt.)	600	800	1.000	1.200	1.400	1.600	> 1.700
Factor	0.56	0.47	0.37	0.28	0.18	0.05	0.05		
3	CARRIL MD EXCLUSIVO. FASES PARA MOVIMIENTO PROTEGIDO Y PERMITIDO	$f_{MD} = 0.85 - (1 - P_{MDA}) (pt. /2.100)$ $f_{MD} = 0,05$ (mínimo)							
		Número de peatones conflicto (pt.)	Proporción de MD que utilizará la fase protegida, P_{MDA}						
			0,00	0,20	0,40	0,60	0,80	1,00	
		0	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	
		50 (Bajo)	0,83	0,83	0,84	0,84	0,85	0,85	
		100	0,80	0,81	0,82	0,83	0,84	0,85	
		200 (Mod)	0,75	0,77	0,79	0,81	0,83	0,85	
		300	0,71	0,74	0,76	0,79	0,82	0,85	
		400 (Alto)	0,66	0,70	0,74	0,77	0,81	0,85	
		600	0,56	0,62	0,68	0,74	0,79	0,85	
800	0,47	0,55	0,62	0,70	0,77	0,85			
1,000	0,37	0,47	0,56	0,66	0,75	0,85			
1,400	0,18	0,32	0,45	0,58	0,72	0,85			
> 1,700	0,05	0,20	0,36	0,53	0,69	0,85			
4	DOS CARRILES EN USO EXCLUSIVO MD: FASE PROTEGIDA	$f_{MD} = 1,0 - 0,15 P_{MD}$							
		Proporción de MD en el carril P_{MD}	0,00	0,20	0,40	0,60	0,80	1,00	
		Factor	1,00	0,97	0,94	0,91	0,88	0,85	
5	CARRIL PARA MD COMPARTIDO FASE PERMITIDA	$f_{MD} = 1,0 - P_{MD} [0,15 + (pt./2.100)]$ $f_{MD} = 0,05$ (mínimo)							
		Número de peatones conflicto (Pt)	Proporción de MD en el grupo de carriles, P_{MD}						
			0,00	0,20	0,40	0,60	0,80	1,00	
		0	1,00	0,97	0,94	0,91	0,88	0,85	
		50 (Bajo)	1,00	0,97	0,93	0,90	0,86	0,83	
		100	1,00	0,96	0,92	0,88	0,84	0,80	
		200 (Mod)	1,00	0,95	0,90	0,85	0,80	0,75	
		400 (Alto)	1,00	0,93	0,86	0,80	0,73	0,66	
		600	1,00	0,91	0,83	0,74	0,65	0,56	
		800	1,00	0,89	0,79	0,68	0,58	0,47	
1,000	1,00	0,87	0,75	0,62	0,50	0,37			
1,400	1,00	0,84	0,67	0,51	0,35	0,18			
> 1,700	1,00	0,81	0,62	0,42	0,23	0,05			

CASO	TIPO DE GRUPO DE CARRILES	FACTOR DE GIRO A LA DERECHA, f_{MD}							
		$f_{MD} = 1,0 - P_{MD} [0,15 + (pt./2.100) (1 - P_{MDA})]$ $f_{MD} = 0,05$ (mínimo)							
Proposición de MD que utiliza Fase protegida	Número de peatones Conflicto (pt.)	Proporción de MD en el grupo de carriles P_{MD}							
		0,00	0,20	0,40	0,60	0,80	1,00		
6	CARRIL PARA MD COMPARTIDO; FASES PROTEGIDA Y PERMITIDA	0,00	Todos	Igual que en el caso 5					
		0,20	0	1,00	0,97	0,94	0,91	0,88	0,85
			50	1,00	0,97	0,93	0,90	0,86	0,83
			20	1,00	0,95	0,91	0,86	0,82	0,77
			400	1,00	0,94	0,88	0,82	0,76	0,70
			600	1,00	0,92	0,85	0,77	0,70	0,62
			1,000	1,00	0,89	0,79	0,68	0,58	0,47
			1,400	1,00	0,86	0,73	0,59	0,45	0,32
			> 1,700	1,00	0,81	0,62	0,42	0,23	0,20
		0,40	0	1,00	0,97	0,94	0,91	0,88	0,85
			50	1,00	0,97	0,94	0,91	0,87	0,84
			200	1,00	0,96	0,92	0,88	0,83	0,79
			400	1,00	0,95	0,89	0,84	0,79	0,74
			600	1,00	0,94	0,87	0,81	0,74	0,68
			1,000	1,00	0,91	0,83	0,74	0,65	0,56
			1,400	1,00	0,89	0,78	0,67	0,56	0,45
			> 1,700	1,00	0,87	0,75	0,62	0,49	0,36
		0,60	0	1,00	0,97	0,94	0,91	0,88	0,85
			50	1,00	0,97	0,94	0,90	0,87	0,84
			200	1,00	0,96	0,92	0,89	0,85	0,81
			400	1,00	0,95	0,91	0,86	0,82	0,77
			600	1,00	0,94	0,89	0,84	0,79	0,74
			1,000	1,00	0,93	0,86	0,80	0,73	0,66
			1,400	1,00	0,92	0,83	0,75	0,67	0,58
			> 1,700	1,00	0,91	0,81	0,72	0,62	0,53
			0	1,00	0,97	0,94	0,91	0,88	0,85
			50	1,00	0,97	0,94	0,91	0,88	0,85
			200	1,00	0,97	0,93	0,90	0,86	0,83
	400	1,00	0,96	0,92	0,89	0,85	0,81		
	600	1,00	0,96	0,92	0,88	0,83	0,79		
	1,000	1,00	0,95	0,90	0,85	0,80	0,75		
	1,400	1,00	0,94	0,89	0,83	0,77	0,72		
	> 1,700	1,00	0,94	0,88	0,81	0,75	0,69		
1,00	Todos	Igual que en el caso 4							

CASO	TIPO DE GRUPO DE CARRILES	FACTOR DE GIRO A LA DERECHA, f_{MD}						
		$f_{MD} = 0,90 - P_{MD} [0,135 + (P_T / 2.100)]$ $f_{MD} = 0,05$ (MÍNIMO)						
7	ACCESO UNICARRIL	Número de peatones	Proporción de MD en el carril único P_{MD}					
		Conflicto (pt.)						
		0	0,00	0,20	0,40	0,60	0,80	1,00
		50 (Bajo)	1,00	0,87	0,85	0,82	0,79	0,77
		100	1,00	0,87	0,84	0,81	0,77	0,74
		200 (Mod)	1,00	0,86	0,83	0,79	0,76	0,72
		300	1,00	0,86	0,81	0,77	0,72	0,68
		400 (Alto)	1,00	0,85	0,79	0,74	0,69	0,64
		600	1,00	0,84	0,78	0,72	0,65	0,59
		800	1,00	0,82	0,74	0,66	0,59	0,51
		1,000	1,00	0,80	0,71	0,61	0,52	0,42
		1,200	1,00	0,79	0,67	0,56	0,45	0,34
		1,400	1,00	0,77	0,64	0,51	0,38	0,25
> 1,700	1,00	0,75	0,61	0,46	0,31	0,16		
8	DOS CARRILES USO EXCLUSIVO MD. FASE PROTEGIDA	0,75						

FUENTE: Temas de Administración Local No. 48. *Tráfico y Transporte en la ciudad*. Ed. Centro de Estudios Municipales y de Cooperación Interprovincial (CEMCI). España, 1993. Pág. 66

TABLA A-8
FACTOR DE AJUSTE POR GIROS A LA IZQUIERDA

CASO	TIPO DE GRUPO DE CARRILES	FACTOR DE GIRO A LA IZQUIERDA, f_{MI}							
1	CARRIL EXCLUSIVO MI: FASE PROTEGIDA	0,95							
2	CARRIL EXCLUSIVO MI: FASE PROTEGIDA	Procedimiento especial							
3	CARRIL EXCLUSIVO MI: FASES PROTEGIDA Y PERMITIDA	0,95*							
4	CARRIL COMPARTIDO MI: FASE PROTEGIDA	$f_{MI} = 1,0/(1,0 + 0,005 P_{MI})$							
		Proporción de MI en carril P_{MI}	0,00	0,20	0,40	0,60	0,80	1,00	
		Factor	1,00	0,99	0,98	0,97	0,96	0,95	
5	CARRIL EXCLUSIVO MI= FASE PERMITIDA	Procedimiento especial							
6	CARRIL COMPARTIDO MI: FASES PROTEGIDA Y COMPARTIDA	$f_{MI} = (1,400 - Q_0 [(1,400 - Q_0) + (235 + 0,435 Q_0) P_{MI}]) : Q_0 < 1,220 \text{ v/h}$ $f_{MI} = 1/[1 + 4,525 P_{MI}] : Q_0 > 1,220 \text{ v/h}$							
		Volumen sentido	Proporción de giros a la izquierda, P_{MI}						
		Opuesto, Q_0	0,00	0,20	0,40	0,60	0,80	1,00	
		0	1,00	0,97	0,94	0,91	0,88	0,86	
		200	1,00	0,95	0,90	0,86	0,82	0,78	
		400	1,00	0,92	0,85	0,80	0,75	0,70	
		600	1,00	0,88	0,79	0,72	0,66	0,61	
		800	1,00	0,83	0,71	0,62	0,55	0,49	
1,000	1,00	0,74	0,58	0,48	0,41	0,36			
1,200	1,00	0,55	0,38	0,29	0,24	0,20			
> 1,220	1,000	0,52	0,36	0,27	0,22	0,18			
7	ACCESO UNICARRIL	Procedimiento especial							
8	DOBLE CARRIL EXCLUSIVO MI: FASE PROTEGIDA	0,92							

FUENTE: Temas de Administración Local No. 48. *Tráfico y Transporte en la ciudad*. Ed. Centro de Estudios Municipales y de Cooperación Interprovincial (CEMCI). España, 1993. Pág. 67.

* Este valor es una primera estimación. En este caso se intentará la solución. En muchos casos es aconsejable tratar este caso como fases separadas, una protegida y otra no permitida.

CAPÍTULO 7

Proyectos de Inversión en Infraestructura Carretera y de Caminos Rurales

Las carreteras y caminos rurales representan las rutas alternativas de transporte terrestre que permiten el traslado de personas y mercancías de un lugar a otro, para muchos de los casos, a menores costos y con mayor facilidad y comodidad que los modos de transporte alternativos existentes, por ello, son redes que integran diversas actividades económicas de las localidades del país, y a éste con los países vecinos. Ello posibilita el aprovechamiento de las ventajas competitivas de otras localidades y países, así como impulsar e incrementar las actividades competitivas de nuestras localidades,⁴⁸ y de ese modo, reducir los costos requeridos para la producción y distribución de bienes y servicios, implicando un menor precio de éstos y su consecuente mayor consumo que se traduce en niveles más altos de bienestar social y desarrollo económico de las localidades conectadas a la red.

Sin embargo, de estas ventajas no pueden gozar absolutamente todas las localidades del país, ya que como es bien sabido por todos aquellos que tienen la enorme responsabilidad de asignar el gasto público, los recursos con los que se cuenta son extremadamente escasos en relación a las necesidades no satisfechas de la población de sus localidades. Por esta razón estamos obligados a aprovechar esos escasos recursos con los que contamos en los gastos más convenientes, es decir, en los gastos públicos más productivos, los cuales generarán riqueza para nuestras localidades y como consecuencia la posibilidad de atender en lo futuro aquellas necesidades que no se pudieron satisfacer debido a la barrera presupuestaria de los recursos.

⁴⁸ *Ventaja Competitiva es cuando un bien o servicio puede ser producido y distribuido a un menor costo en una localidad o país que en otras partes, dada la mayor y mejor disponibilidad de recursos adecuados que se requieren para su elaboración eficiente. Por ello, al mencionar que se aprovechan las ventajas competitivas, se quiere decir que una localidad adquiere de otras localidades aquellos bienes o servicios que no puede producir, o que pudiendo, lo harían a un mayor costo.*

Para abatir el problema de la insuficiencia de recursos financieros del sector público y abastecer algunas de las necesidades de comunicación carretera del país, el gobierno federal puede permitir e impulsar la participación del sector privado en la satisfacción de algunas de dichas necesidades, mediante la concesión para la prestación del servicio de carreteras en determinados tramos.

Pero, si se quieren invertir los recursos públicos en una carretera o camino rural, nos conviene hacerlo sólo si hemos comprobado, con los medios disponibles de análisis y contemplando todos los efectos positivos o negativos que pueda generar, que sea rentable, y no únicamente eso, sino que además sea más rentable que otras posibles inversiones públicas que se dejarían de ejecutar al usar los escasos recursos en un proyecto de carretera.

En este Capítulo estudiaremos la metodología general para evaluar socioeconómicamente los proyectos de infraestructura carretera y caminos rurales, la cual se basa en el análisis e interpretación que se han hecho de los estudios realizados por el Dr. Arnold C. Harberger, eminente economista norteamericano, autor de la obra "Cost-Benefit Análisis of Transportation Projects", quien fue profesor de economía en la Universidad de Chicago y es miembro de la Econometric Society; ha formado parte del Comité Ejecutivo de la American Economic Association; ha actuado como consultor en materia de evaluación de proyectos en los organismos de planificación de la India, Panamá, Colombia, España, Chile y el BANOBRAS de México, los cuales han desarrollado e impulsado estos estudios mediante la capacitación de capital humano e investigaciones propias.

Pero antes veamos cuáles son los tipos de proyectos carreteros o de caminos rurales, según sea el caso, y en qué consiste cada uno de ellos.

7.1. TIPOS DE PROYECTOS CARRETEROS Y DE CAMINOS RURALES

Los tipos de proyectos carreteros o de caminos rurales en términos generales pueden dividirse en dos, los proyectos de mejora y los proyectos de penetración; en el caso del primer tipo, a su vez puede subdividirse en proyectos de ampliación, mejora del trazado, mejora de la carpeta de rodado y reposición de la carpeta; en tanto el segundo, se refiere a proyectos de construcción de carreteras o caminos rurales nuevos, los cuales describiremos a continuación.

7.1.1. Proyectos de Mejora de Carreteras o Caminos Rurales

A) Proyectos de Ampliación

Estos proyectos consisten en realizar obras para aumentar la capacidad vehicular de una carretera existente, tales como la construcción de más carriles de circulación, con el fin de satisfacer una mayor demanda de transporte o corregir problemas de congestión significativa.⁴⁹

B) Proyectos de Mejora del Trazado

Son aquellos proyectos cuyo propósito es aumentar la calidad del servicio existente a través de cambios en la trayectoria del camino, por citar algunos ejemplos, disminución de la curvatura, disminución de pendientes, construcción de libramientos para evitar el paso por una población si ésta no es el destino de los usuarios, la construcción de túneles, puentes o pasos a desnivel que eviten el recorrido de mayores distancias a causa de la existencia de barreras naturales, etc., con el objetivo de disminuir los costos sociales de viajar.

C) Proyectos de Mejora de la Carpeta de Rodado

El propósito de estos proyectos es reemplazar la carpeta de rodado actual de una carretera o camino rural, por una de mayor calidad que reduzca los costos sociales de viajar; como por ejemplo, a un camino de tierra hacerlo de grava o empedrado, o la pavimentación con concreto hidráulico o asfalto si el camino se encuentra en cualquiera de los tres casos anteriores.

D) Proyectos de Reposición de la Carpeta

Este tipo de proyectos trata de mejorar la carpeta de rodado mediante su renovación total o parcial cuando ésta se ha deteriorado. En éstos, el cambio de la carpeta de rodado deteriorada por una nueva se realiza mediante el uso del mismo tipo de materiales.

7.1.2. Proyectos de Carreteras o Caminos Rurales de Penetración

A) Proyectos de Construcción de Carreteras o Caminos Rurales Nuevos

Estos proyectos consisten en la construcción de una carretera o camino rural en una zona en donde anteriormente era imposible el acceso de los vehículos de

⁴⁹ Congestión, es cuando no se puede viajar a la velocidad deseada, dentro de los límites legales.

motor, con la finalidad de integrar a la red de carreteras a una población o actividad productiva potencial, y así disminuir los costos sociales de viajar y aprovechar la oportunidad de la producción de más bienes que satisfagan a una mayor cantidad de consumidores.

En el siguiente apartado trataremos de explicar la metodología general para evaluar socioeconómicamente los proyectos de carreteras y caminos rurales, la cual es aplicable para los tipos de proyectos enunciados; pero adviértase, que para cada caso en lo particular, y como resultado de nuestro análisis, algunos elementos no se aplicarán o se podrán adicionar otros factores que se consideren adecuados para complementar la información que ayude a tomar la mejor decisión respecto a la ejecución (si conviene) o no ejecución (si no conviene) del proyecto analizado. Por lo que se recomienda el estudio de esta metodología con la intención de comprender cuál es el enfoque a aplicar en una evaluación socioeconómica de proyectos de carreteras y caminos rurales, a fin de aplicarlo a cada caso con sus respectivas variantes.

7.2. EVALUACIÓN SOCIOECONÓMICA DE PROYECTOS CARRETEROS Y CAMINOS RURALES

Como ya hemos mencionado, la evaluación socioeconómica de proyectos trata de medir la rentabilidad que un proyecto generará, si se ejecuta, para el pleno de la sociedad de una localidad y del país, es decir, para todas las personas pertenecientes a cualquier estrato socioeconómico sin importar la actividad que desempeñen. Por lo que, esta evaluación contempla tanto los beneficios y costos directos del proyecto como los indirectos, a fin de integrar en el proyecto todos aquellos efectos que generaría en las actividades de la sociedad en las cuales se estime tendrá influencia su ejecución; e internalizados en el proyecto los beneficios y costos que producirá a los demás miembros de la sociedad, al medir su rentabilidad nos indicará en cuánto la sociedad se haría más rica o más pobre si se llevara a cabo.

A continuación estudiaremos el procedimiento y elementos a considerar para evaluar socioeconómicamente los proyectos de carreteras y caminos rurales. Dicho procedimiento se compone de las etapas de: análisis de la situación actual, análisis de la situación actual optimizada, análisis de las alternativas de solución, y evaluación y selección de alternativas de proyecto, las cuales se explican en seguida.

7.2.1. Análisis de la Situación Actual

Esta etapa de la evaluación de proyectos, consiste en realizar los estudios conducentes a detectar y comprobar la existencia del problema u oportunidad que

haya dado nacimiento a la idea de proyecto; es decir, hacer un diagnóstico de las condiciones en que se encuentra el lugar en donde se pretende implementar el proyecto, y los efectos que por ello se estén ocasionando en la zona de influencia. En esta etapa, tendremos entonces que definir el problema u oportunidad, para lo cual debemos efectuar estudios de oferta y demanda de la zona donde se piensa ejecutar el proyecto de carretera o camino rural, lo que nos ayudará también a tramificar el supuesto proyecto para diferenciar la problemática y darle atención especial. Veamos pues, con mayor detalle este proceso.

7.2.1.1. Estudio de Oferta

El propósito del estudio de oferta es identificar las rutas o vías que permiten a las personas y cargas de mercancías (usuarios) transportarse de un origen a un destino y explicar el nivel de servicio que se presta con la infraestructura actual. Esto es, describir la forma y cualidades de la carretera o camino existente, y de otras carreteras o caminos alternativos que representen parte de la oferta a seleccionar para satisfacer las necesidades de transporte, para lo cual, habría que incluir los siguientes parámetros que miden y describen las características de las carreteras y caminos rurales:⁵⁰

- Longitud en kilómetros;
- Características geométricas del trazado en planta y longitudinal;
- Características de la sección transversal del camino (número de pistas, ancho de la calzada, etc.);
- Características de la carpeta de rodado;
- Descripción del estado de puentes, bermas, sistema de drenaje, etc.;
- Descripción de los demás caminos o carreteras alternativas y complementarias;
- Capacidad de flujo vehicular por tiempo;
- Velocidad promedio de desplazamiento;
- Número de accidentes sucedidos por tiempo; etc.

7.2.1.2. Estudio de Demanda

El objetivo del estudio de demanda es identificar y cuantificar la cantidad de personas y carga de mercancías (usuarios) que desean trasladarse de un origen a un destino del camino en donde se pretende ejecutar el proyecto, a fin de conocer cuáles son

50 *Ministerio de Planificación y Cooperación (MIDEPLAN), Departamento de Inversiones; "Metodología de preparación, evaluación y presentación de proyectos de transporte caminero", en Inversión Pública, Eficiencia y Equidad. Segunda Edición. Santiago de Chile, Diciembre de 1992. Pág. 311.*

las exigencias de infraestructura para esa carretera o camino.

Por lo que la demanda actual de una carretera o camino rural está dada por su flujo vehicular, el cual se representa por el Tránsito Diario Promedio Anual (TDPA), que es un promedio de la cantidad de vehículos que se desplazan cada día por cada tramo de la carretera o camino durante el año.⁵¹ Si esta información no se encuentra disponible, habrá entonces que efectuar aforos vehiculares por tipos en los diferentes tramos de la carretera, es decir, conteos de los diferentes tipos de vehículos que se desplazan actualmente por el camino, para aquellos días representativos del año y para cada hora del día.

Además, hay que realizar un estudio de la ocupación de los vehículos con el fin de saber, aproximadamente, a cuántas personas se otorga el servicio por cada vehículo, para lo cual se realiza un conteo muestral de las personas que viajan en cada tipo de vehículo, y se promedia la información obtenida para tener como resultado la “Tasa Promedio de Ocupación (TPO)” por vehículo, que se aplicará a nuestros flujos vehiculares, dando como resultado la estimación de personas que hacen uso de la carretera o camino.

7.2.1.3. Tramificación de Proyectos Carreteros

La tramificación de proyectos carreteros consiste en la aplicación de uno de los principios de la evaluación de proyectos “Principio de Separabilidad de Proyectos”, que trata de la división en partes, de acuerdo a las diferencias de las características de oferta y demanda existentes en la carretera o camino que se pretenda mejorar o construir, a fin de realizar el análisis de rentabilidad de cada una de las partes (tramos) por separado; de tal manera, que sólo se realicen obras acordes a los requerimientos particulares de cada tramo, en aquellos que sean rentables, y posponer la ejecución de obras en los tramos en los que la inversión aún no sea rentable.

Al tramificarse la carretera para ser evaluada, o sea, al no evaluarse todos los tramos conjuntamente como si fueran un sólo proyecto, se evita que los tramos no rentables afecten negativamente a los rentables en una evaluación conjunta. Pues si se realiza la evaluación para el conjunto de los tramos de la carretera, y la influencia negativa de los tramos no rentables predomina a la influencia positiva de los tramos rentables, se determinaría erróneamente la no ejecución de ninguna inversión, lo que implicaría el desaprovechamiento de las bondades de aquellos tramos que si hubieran sido rentables en una evaluación por tramos; o por el contrario, si es

51 *Para obtener información acerca de los flujos vehiculares de las carreteras y caminos del país, véase: Secretaría de Comunicaciones y Transportes, Aforos y Caminos y Puentes Federales de Ingreso, Composiciones vehiculares históricos de los últimos 10 años.*

que los tramos rentables tienen una influencia positiva predominante a la influencia negativa de los tramos no rentables, por lo que se determina ejecutar el proyecto (en conjunto), se derrocharían los recursos en los tramos que no hubieran sido rentables en una evaluación por tramos, impidiéndose entonces, en ambos casos, maximizar la rentabilidad de nuestras inversiones.

Por lo tanto, es conveniente que una vez realizados los estudios de oferta y demanda del mercado carretero que estemos analizando, dividamos en tramos considerando, por el lado de la oferta, las diferencias técnicas relevantes (tanto características geométricas como de la carpeta de rodado, número de carriles, ancho de la calzada, estado físico del camino, etc.); y por el lado de la demanda, tomando en cuenta las diferencias de origen-destino que provocan cambios del flujo vehicular en las diferentes partes de la carretera analizada, siempre y cuando la variación sea mayor al 10%.

Veamos qué nos dice el Dr. Harberger al respecto:

“...No hay razón para que la carretera de A a D no pueda contener un tramo pavimentado de A a B, uno de grava de B a C y otro de tierra de C a D si éstas son las calidades de carretera que los niveles de tráfico sobre los respectivos tramos justifican. Se puede estar seguro de que se han desperdiciado enormes cantidades de recursos de inversión (en el sentido de conseguir rendimientos menos que económicos) como consecuencia de la inclinación de las autoridades responsables a construir todos los tramos de una carretera según un mismo nivel de calidad...”⁵²

Sin embargo, es de suma importancia contemplar los efectos de complementariedad de los tramos, los cuales pueden hacer rentable la mejora de un tramo o tramos en condiciones actuales no rentables, puesto que al mejorar un tramo existe la posibilidad de que se incentive un mayor uso del mismo para transportarse a un destino al que conecte el siguiente tramo o los siguientes tramos.

7.2.1.4. Definición del Problema u Oportunidad

Una vez que se obtuvo la información que nos ayudó a determinar la oferta y demanda del camino o carretera en el que se pretende implementar la hasta ahora idea de proyecto, habrá que comparar los resultados y contrastarlos, para determinar si efectivamente existe un problema o una oportunidad a aprovechar que amerite el

⁵² HARBERGER, Arnold C.: “Capítulo 10. El análisis coste-beneficio en los proyectos de transportes”, en *Evaluación de Proyectos*, de Obras Básicas de Hacienda Pública del Instituto de Estudios Fiscales del Ministerio de Hacienda Español. España, 1973. pág.308.

empleo de recursos para los siguientes estudios correspondientes a la evaluación socioeconómica del proyecto, los cuales se efectuarán posteriormente en caso de detectarse un problema u oportunidad que lo justifique así, o en caso contrario, olvidarnos por el momento de dicha idea.

Para ello debemos partir del enfoque del mercado, en el cual la demanda de uso de cada carretera determinará las exigencias de oferta de la misma esto es, olvidarnos de aquellas ideas originarias de la teoría de los polos de desarrollo, que se obstinaban en argumentar que la oferta de servicios públicos de infraestructura por sí misma crearía una demanda que permitiría a las localidades crecer y desarrollarse, las que arrojaron en nuestro país como resultado, el derroche de recursos y la proliferación de obras subutilizadas o abandonadas (elefantes blancos).

Por eso, la inversión en servicios públicos debe responder al abastecimiento de las demandas existentes en la actualidad y las futuras que sean seguras, y no a demandas inexistentes, tales como las grandes construcciones de simple ornato, la idea de incentivar el establecimiento de nuevas empresas o el crecimiento de la venta de los productos de la localidad como resultado de su venta a empresas de otras localidades, cuando las decisiones de dichas empresas, si es que existen, dependerán de muchos otros factores.

Diferente sería, por ejemplo, que un grupo de empresas fueran atraídas a nuestra localidad para explotar alguna actividad productiva potencial, o aprovechar ventajas competitivas de alguno o algunos de nuestros recursos, y que para poderse instalar requieren de la implementación de uno o más servicios adicionales, por referirnos al caso que nos atañe, un camino; entonces, de esa manera sí existiría una demanda, y su satisfacción se podría traducir en el aprovechamiento de una oportunidad (aunque, claro está que tendríamos que analizar su conveniencia).

Por lo que, si encontramos que existe un déficit de oferta; es decir, que la capacidad de la carretera, su constitución o el diseño físico no sean los adecuados o suficientes para abastecer la demanda y permitir a los usuarios un viaje cómodo y a la velocidad deseada que sea legalmente permisible, o sea, que dadas las condiciones actuales de la carretera y el uso del mismo, se genere congestión, se estaría en presencia de un problema que habría que analizar la manera de solucionarlo y si dicha solución es conveniente.

Un déficit de oferta representa un problema de la situación actual, porque provoca que los costos de viaje se eleven conforme se adhiere un usuario más a la carretera; es decir, debido a que la relación volumen-velocidad de una carretera dada su capacidad es negativa, al incrementarse el volumen de tránsito disminuye

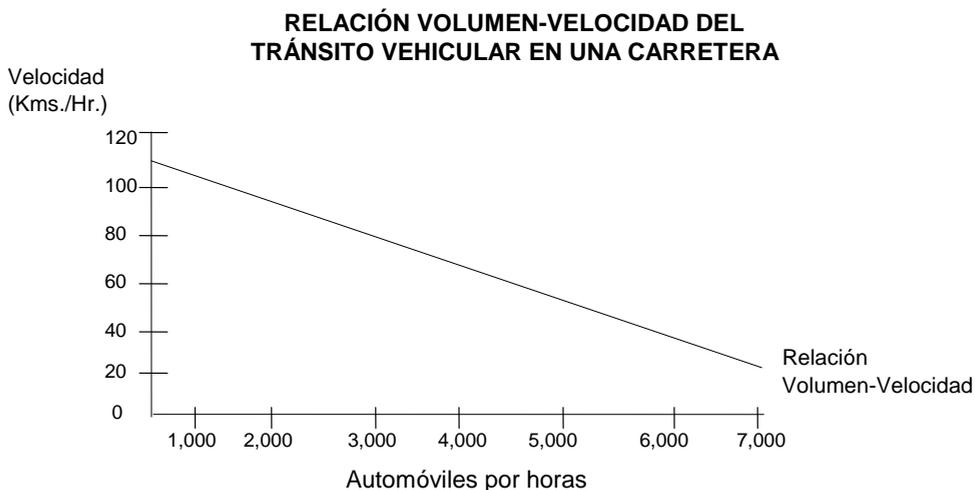
la velocidad (Véase la Gráfica N° 30). Veamos la representación de dicha relación utilizando el modelo de Dewees, el cual plantea la siguiente ecuación:⁵³

$$X = X_0 \left(1 - \frac{V^2}{V_0^2} \right)$$

donde,

- X = aforo por hora.
- X₀ = capacidad máxima.
- V = velocidad media.
- V₀ = velocidad máxima.

GRÁFICA No. 30



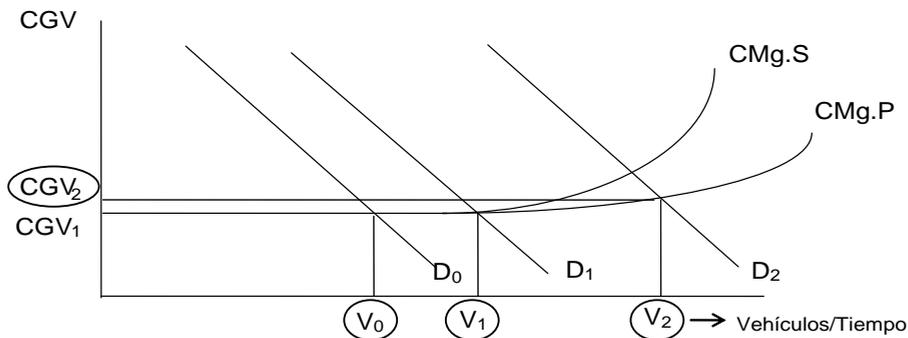
Esta disminución de velocidad que se provoca por el aumento del flujo vehicular, es la causante de que los costos más relevantes del viaje se eleven, pues éstos comprenden los denominados Costos Generalizados de Viaje (CGV), que están compuestos por el costo del tiempo de los usuarios, que al dedicarlo en el viaje lo dejan de utilizar para otras actividades productivas que generen beneficios adicionales o,

53 *SANTOYO VASQUEZ, Eduardo; Impacto Sobre el Bienestar de los Usuarios de Carreteras Concesionadas Bajo un Esquema Mixto de Financiamiento de la Inversión; en Revista Ejecutivo de Finanzas, del IMEF. Año XXIV, No 2. México, 1995. Pág. 74.*

en su defecto, para el ocio que también produce satisfacción a los individuos y es un importante indicador del nivel de vida; y el costo de operación de los vehículos, tal como gasto de combustible, lubricantes, llantas, reparaciones, refacciones y la depreciación; además de que se incrementan otros costos como la contaminación (por partículas suspendidas en el aire y acústica). A su vez, también la disminución de velocidad puede ser provocada por condiciones defectuosas de la carretera, que influyan con mayor medida en la elevación de los costos enunciados.

Todo esto nos lleva a la conclusión de que en una carretera, dadas sus características, llega el momento (cuando es alcanzada su capacidad máxima a la velocidad deseada legalmente permitida), en que al integrarse un vehículo más a su uso, éste afectará negativamente a los demás usuarios que con anterioridad a él hacían uso de la carretera, incrementando con ello sus costos. Veamos la Gráfica N° 31 para describir lo dicho.

GRÁFICA N° 31
COSTOS GENERALIZADOS DE VIAJE
EN UNA CARRETERA



Como se puede observar en la Gráfica N° 31, representamos en el eje vertical los Costos Generalizados de Viaje de los usuarios de la carretera en cuestión, y en el eje horizontal se representa el número de vehículos que transitan en la carretera por periodo de tiempo. Dada la capacidad a la velocidad máxima permitida, tenemos que la carretera está disponible a un costo generalizado de viaje de CGV_1 , siempre y cuando la cantidad de vehículos que transiten por periodo de tiempo (cantidad que es determinada por la demanda) no exceda de V_1 (cantidad de demanda que es igual a la capacidad de la carretera a la velocidad máxima permitida), tal como son los casos de la demanda D_0 , que determina una cantidad de demanda V_0 menor a

la capacidad, y la demanda D_1 , que determina la cantidad de demanda V_1 que se iguala a la capacidad. Entonces, desde el primer vehículo, por cada vehículo que se adicione al uso de la carretera, hasta V_1 vehículos, el CGV será el mismo para todos los usuarios, es decir, el Costo Marginal (CMg.) tanto social como privado es igual a cero;⁵⁴ pero de la cantidad de vehículos V_1 en adelante, por cada vehículo que se adicione al uso de la carretera, el Costo Marginal se incrementará, debido a que se afecta a los demás usuarios provocándose una disminución en la velocidad y su consecuente aumento de costos, tal como se muestra en la Gráfica N° 31 cuando la demanda por el uso de la carretera aumenta de D_1 a D_2 (por ejemplo: porque el destino sea más atractivo o por el crecimiento natural del parque vehicular) se provoca un aumento de la cantidad de vehículos que hacen uso de la carretera de V_1 a V_2 , en donde cada uno de los vehículos que se fue añadiendo ocasionó un aumento en el costo de los demás usuarios, debido a que al ocupar parte del limitado espacio de la carretera genera la disminución en la velocidad y, por lo tanto, el aumento del tiempo de desplazamiento, así como del consumo de combustible y refacciones, llegando al costo privado por el uso de la carretera a CGV_2 .

El costo marginal social (CMgS) es mayor que el costo marginal privado, (CMgP) debido a que cada vehículo que se adiciona al uso de la carretera provoca además de un aumento en los costos privados de los demás usuarios de la carretera, externalidades, (por aumento de ruido, partículas contaminantes, mayores costos de mantenimiento de la carretera, molestias a los demás usuarios, etc.), tanto a los demás usuarios de la carretera como a terceras personas.

Por otra parte, puede ser que en un camino o carretera no exista congestión, volviendo a nuestro ejemplo gráfico, que el flujo vehicular por tiempo no exceda de V_2 ; pero que dada la demanda se presente la oportunidad de disminuir considerablemente los CGV de los usuarios con un cambio en el trazado de la carretera (cambio en la oferta) que acorte la distancia de recorrido (un paso a desnivel, un túnel, un puente, etc.), trazo que posiblemente no se consideró cuando se construyó la carretera por no haber sido factible técnicamente en aquel tiempo. Entonces, también en este caso existen razones para realizar los estudios de evaluación que nos permitan comprobar si es rentable incurrir en los costos que implica su inversión o no.

7.2.2. Análisis de la Situación Actual Optimizada

Ya detectado el problema, es conveniente tratar de encontrar una solución a través de inversiones pequeñas o labores de gestión antes de pensar en la ejecución de un proyecto, de tal forma que nos posibiliten aprovechar mejor los recursos existentes

⁵⁴ *El Costo Marginal, es el incremento del costo que se sufre por cada vehículo adicional que haga uso de la carretera.*

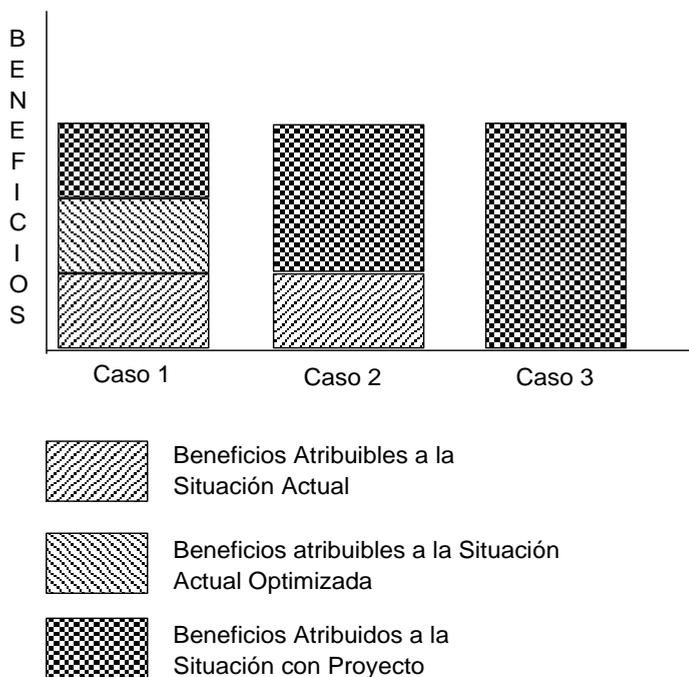
en la situación actual, es decir, darles un uso óptimo para que la carretera funcione lo mejor posible.

Un caso de optimización sería darle a la carretera en cuestión el mantenimiento adecuado, por ejemplo, si el problema es la incurrencia en excesivos CGV debido a la existencia de múltiples baches; entonces, habría que pensar en tapar dichos baches para optimizar la situación actual y que la carretera sea funcional, antes de pensar en realizar un proyecto de reposición de la carpeta de rodado. El bacheo, si es que se quiere conservar la carretera en condiciones funcionales, se tendrá que hacer si no se ejecuta proyecto alguno, pues de lo contrario la carretera no servirá, ya que no se podrá transitar en ella o si se hace implicará altísimos CGV.

Además, la base sobre la cual se realizará la evaluación del proyecto de reposición de la carpeta de rodado será la situación actual optimizada, a la que también se le denomina situación sin proyecto, y no la situación actual; o sea, que los beneficios netos que se espere genere un proyecto de carreteras durante un periodo de tiempo se compararán con los beneficios netos que se esperan recibir durante ese mismo periodo de tiempo si no se hace el proyecto (con la situación actual optimizada), cuya diferencia será el monto de beneficios netos atribuibles al proyecto.

Si se parte de la situación actual, o lo que sería peor, de nada, se estarían sobrestimando los beneficios de los proyectos, pues se les estaría atribuyendo beneficios que no les corresponden, porque independientemente de que se ejecute o no el proyecto, habrá ciertos beneficios que de todos modos se estarán obteniendo. (Ver Gráfica N° 32).

GRÁFICA N° 32
BENEFICIOS ATRIBUIBLES AL PROYECTO

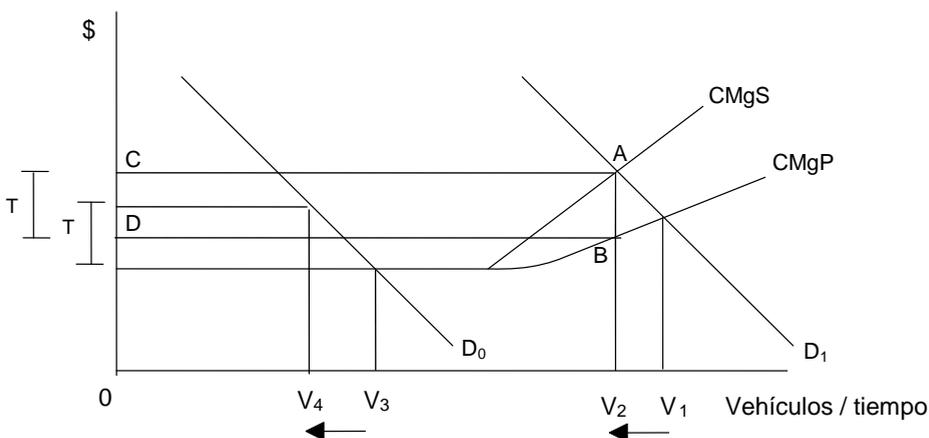


Como se puede observar en la Gráfica N° 32, en el Caso 1 los beneficios atribuidos a un proyecto toman como base de su determinación a la situación actual optimizada, que a su vez, toma como base la situación actual, caso que representa un procedimiento adecuado para la evaluación de los proyectos. Y en los Casos 2 y 3, los beneficios que se atribuyen al proyecto toman como base la situación actual (sin optimizar) y ninguna situación (base cero), respectivamente, lo que implica para cada uno de estos casos una sobreestimación de los beneficios que se espera genere el proyecto, equivalente a su respectiva diferencia de beneficios atribuidos al proyecto con respecto al Caso 1. Por lo tanto, estos casos representan un procedimiento erróneo para la evaluación de proyectos, pues estando sobreestimados los beneficios, la rentabilidad que indiquen los resultados de la evaluación será mayor, lo que nos puede conducir a tomar decisiones equivocadas.

Otro caso de optimización de la situación actual de carreteras en el que podemos utilizar medidas de gestión, podría ser el cobro de cuotas cuando una carretera

presenta problemas de congestión, pues como se mencionó anteriormente, los costos privados en los que incurrirán los individuos si hacen uso de las carreteras es el precio que deben pagar por transitar en ellas, y en función al mismo deciden si utilizarán dicho servicio; y como también ya se mencionó, al existir un problema de congestión, el Costo Marginal Privado es menor que el Costo Marginal Social, debido a los costos adicionales que ocasiona a todos los demás usuarios la incorporación de un vehículo más al uso de la carretera (del cual, su conductor decidió la incorporación dado el costo privado en el que incurrirá). Entonces, el propósito del cobro de cuota por el uso de la carretera debe ser el de igualar el costo marginal privado al costo marginal social, a fin de disminuir o eliminar la congestión (Véase la Gráfica N° 33).

GRÁFICA N° 33
COBRO DE CUOTA PARA OPTIMIZAR LA SITUACIÓN ACTUAL



donde,

- CMg.S = Costo Marginal Social.
- CMg.P = Costo Marginal Privado.
- D₀ = Demanda Baja de la carretera.
- V₀ = Cantidad de vehículos por tiempo a la demanda D₀.
- D₁ = Demanda Alta de la carretera.
- V₁ = Cantidad de vehículos por tiempo a la demanda D₁ (sin cobro de cuota).
- T = Tarifa o cuota por congestión.

V_2 = Cantidad de vehículos por tiempo a la demanda D_1 con cobro de cuota.

Área ABCD = Recaudación por concepto de la cuota por congestiónamiento.

V_3 = Cantidad de vehículos por tiempo a la demanda D_0 sin cobro de cuota.

V_4 = Cantidad de vehículos por tiempo a la demanda D_0 con cobro de cuota.

Pero, como puede observarse en la representación de la Gráfica N° 33, el cobro de cuota por congestiónamiento optimiza la situación actual para aquellos periodos de tiempo en los que la demanda es alta; pero si se persiste con el cobro de dicha cuota durante los periodos de baja demanda, entonces se provoca una reducción de la cantidad de demanda que no es conveniente durante dichos periodos, causándose así, el subaprovechamiento de la carretera y, por ende, su funcionamiento ineficiente o en condiciones no óptimas. Dado que el propósito fundamental del cobro de la cuota es la optimización de la situación actual, entonces, la cuota debe ser determinada para cada periodo en que la demanda sea distinta; por lo que en los periodos de demanda baja, es decir, en aquellos periodos en los que el costo marginal social es igual al costo marginal privado sin la intervención de una cuota, el monto de la cuota debe ser igual a cero; y para los periodos de demanda alta, mientras más alta sea la demanda, mayor deberá ser la cuota; a manera, de que los usuarios de la carretera que por la influencia de la cuota en su costo privado deciden no viajar en el periodo acostumbrado sin la cuota, se distribuyan en otros periodos de menor demanda en los que sus costos privados de viaje serán menores.

Lo anterior implica la existencia de cuotas diferentes en distintas temporadas del año e inclusive, a diferentes días de las semanas de esas temporadas y horas de dichos días.⁵⁵

Si la congestión de la carretera se debiera a la interferencia de camiones de carga de mercancías en el tránsito, debido a que por el peso de la carga su velocidad es baja, se podría pensar en la construcción de tramos de rebase cada cierta distancia en los que los demás usuarios pudieran pasar a dichos camiones, en vez de la ejecución de un proyecto de ampliación para toda la carretera.

En fin, se pueden enunciar otros ejemplos de optimización para carreteras, tales como cambios o mejoras en la señalización, cambios en el diseño de la velocidad legalmente permitida en la carretera en cuestión a fin de aumentar su capacidad,

⁵⁵ Dado que en la práctica el cálculo de los costos marginales sería muy complicado para el caso del uso de carreteras; en la determinación de la cuota se pueden utilizar los Costos Medios Sociales (CMe.S) y Costos Medios Privados (CMe.P).

la prohibición de la circulación a cierto tipo de vehículos que interfieran el tránsito, etc.; pero básicamente debe surgir del análisis de cada caso particular, el tipo de problema u oportunidad que se presente, y la disponibilidad de recursos técnicos factibles.

Concluyendo, el análisis de la situación actual optimizada es de suma importancia, porque nos puede ayudar a encontrar una solución al problema detectado en el análisis de la situación actual, simplemente aprovechando de la mejor manera los recursos existentes con la adición de algunos otros, es decir, inversiones pequeñas, que si son más convenientes que la inversión en el proyecto, nos representa un ahorro de recursos (costos) que podremos emplear en otras inversiones.

7.2.3. Análisis de las Alternativas de Solución

Si al realizar el análisis de la situación actual optimizada, se encuentra alguna alternativa que resuelva el problema y que sea evidente que los costos en los que se incurriría serían menores que cualquier otra forma de solución, y los beneficios que se generarían serían iguales; entonces, convendrá ejecutar la alternativa de optimización de la situación actual.

Pero, si no es tan evidente la ventaja respecto a otras formas de solución o la situación actual optimizada no resuelve por completo el problema, tendremos entonces que buscar algunas otras maneras de solución que sean técnicamente factibles, de las cuales habrá que estimar sus beneficios y costos que serán comparados con los de la situación actual optimizada. A éstas les llamaremos alternativas de proyecto, pues alguna de ellas, la más conveniente o rentable, será la que aplicaremos para solucionar el problema.

Las alternativas de proyecto diferirán de acuerdo a sus características técnicas, es decir, los tipos de materiales que se pretendan utilizar para la construcción (concreto hidráulico, asfalto, hormigón, etc.), el diseño del trazado y de la velocidad máxima legalmente permitida para la carretera en cuestión; el tamaño de la obra y el tiempo de inicio de la obra, las cuales implican diferentes beneficios netos. Pero al formular las alternativas, se debe cumplir con las especificaciones y exigencias técnicas presentadas en el "Manual de Proyecto Geométrico de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT)".

Por ejemplo, la capacidad de una carretera se calcula, de acuerdo al Manual, por la fórmula siguiente:

$$C = 2000 N (v/c) WTc$$

donde,

C = Capacidad.

N = Número de carriles en un sentido.

v/c = Relación volumen-capacidad.

W = Factor de ajuste por ancho de carril y distancia a obstáculos laterales.

Tc = Factor de ajuste a la capacidad por vehículos pesados.

Si se aplican los parámetros correspondientes a una autopista de altas especificaciones, es decir, las condiciones ideales para autopistas y vías rápidas, se obtendría una capacidad de 8,000 vehículos por hora. Pero ciertamente, no todos los vehículos que transitan por las carreteras cuentan con las mismas características en sus dimensiones; para ello, el manual establece las equivalencias entre los distintos tipos de vehículos; por dar un ejemplo, supongamos que el tramo de carretera en estudio fuera de lomerío suave, para este caso, se establecen las siguientes equivalencias: autobuses = tres automóviles y camiones = cuatro automóviles.

Ya que estamos hablando del cálculo de la capacidad, y dado que la demanda de una carretera, normalmente es creciente en función del tiempo; surgen dos cuestionamientos al formular las alternativas técnicas de proyecto, ¿cuál será el tamaño más conveniente? y, ¿cuándo invertir en el proyecto?

Respecto a la primera pregunta, nos estamos refiriendo a contestarnos si es más rentable construir por fases o unitariamente; esto es, centrarnos en la cuestión del costo diferencial de la construcción, ya que la construcción definitiva de una carretera de tamaño suficiente para satisfacer la demanda futura estimada, proporciona ahorros de inversión en términos relativos a la inversión por fases debido a la existencia de economías de escala en la construcción; sin embargo, el efecto contrario resulta con los costos de operación y mantenimiento, por lo que la respuesta a esta cuestión debe ser, la que sea más rentable. Y en cuanto a la segunda pregunta, que se refiere a la determinación de en qué tiempo o en qué año iniciar la construcción del proyecto, su respuesta también será en el que sea más rentable, pues cada alternativa de inicio implica diferente rentabilidad, como más adelante lo demostraremos.

Todo lo anterior, sugiere la formulación de alternativas técnicas de proyecto que a su vez cuenten con subalternativas de tamaño y de inicio, las cuales nos podrán ayudar a resolver el problema detectado; pero para seleccionar la mejor alternativa, tendremos que calcular sus rentabilidades y, para ello, se requiere de la identificación, cuantificación y valoración de los costos y beneficios que implicaría

y generaría, respectivamente, cada una de ellas, tema al cual dedicaremos nuestro estudio a continuación.

7.2.4. Efectos Socioeconómicos de los Proyectos Carreteros y de Caminos Rurales

La implementación de proyectos de carreteras y de caminos rurales, provocan efectos socioeconómicos tanto directa como indirectamente, que pueden ser positivos o negativos; los efectos positivos son los beneficios que generaría el proyecto si se llegara a ejecutar, y los efectos negativos son los costos que implicaría el proyecto para poderse ejecutar y los que generaría su ejecución. Es a la identificación, cuantificación y valoración de estos efectos socioeconómicos a los que enseguida dirigiremos nuestra atención.

7.2.4.1. Beneficios Socioeconómicos que Generan los Proyectos Carreteros y de Caminos Rurales

Como se mencionó en el apartado 7.1., en el que se describieron los tipos de proyectos carreteros y de caminos rurales, los beneficios que generan estos proyectos se enfocan básicamente en el ahorro de costos a los usuarios de las carreteras y como consecuencia la elevación de su nivel de vida, lo que se traduce en un ahorro de recursos para la sociedad, los cuales, al dejarse de usar para el viaje por la carretera, son liberados para poder ser empleados en otros proyectos o actividades económicas que, a su vez, también generen beneficios e impulsen el crecimiento y desarrollo económico. Además, en algunos casos, el proyecto también puede representar ahorro de costos de operación y mantenimiento para el organismo operador de la carretera o camino rural y, por ende, para la sociedad.

De los beneficios que genera un proyecto carretero o de camino rural, hay que distinguir entre los beneficios directos, los beneficios indirectos y las externalidades positivas. Estudiemos específicamente cuáles pueden ser estos beneficios.

Beneficios Socioeconómicos Directos

Los beneficios socioeconómicos directos, son los beneficios que los proyectos de carreteras o caminos rurales generan a los usuarios de los mismos y a los organismos operadores, ya sea por ahorro de costos o aumento del consumo por la incentivación que dicha disminución de costos provoca a usuarios potenciales para hacer uso del servicio. Entre estos beneficios destacan los siguientes:

Ahorro de Tiempo de Viaje de los Usuarios

Este beneficio es generado cuando por efecto del proyecto, los usuarios disminuyen el tiempo de traslado de su origen-destino. Esta disminución en el tiempo de viaje se considera beneficio porque se libera el recurso tiempo, el cual, es un recurso escaso y no renovable, es decir, una vez que se emplea o consume se pierde y los individuos contamos con menor cantidad de este recurso para realizar nuestras actividades. Entonces, al disminuir el tiempo empleado en el transporte por carretera o caminos, los usuarios contarán con más de este recurso para desempeñar otras actividades productivas, que a su vez, satisfagan otras necesidades sociales; y si los usuarios transportan mercancías o pasajeros, podrán hacerlo un número mayor de veces con el empleo de los mismos recursos materiales; o en defecto de lo anterior, los individuos contarán con mayor tiempo para dedicarlo al ocio, el cual les genera bienestar y un rendimiento más alto cuando se dedican a producir, siendo éste valorado de acuerdo a los ingresos que se están dejando de percibir por dedicar el tiempo al ocio en vez de al trabajo, puesto que es el precio que se paga por gozar de ocio.

Dado que el beneficio por ahorro del tiempo de viaje de los usuarios de la carretera o camino, se refleja en la liberación de tiempo que puede ser empleado en el trabajo o en otras actividades diferentes al trabajo, cuya valoración sería igual, ya que los individuos que deciden realizar dichas actividades están sacrificando tiempo de trabajo y por lo tanto, los ingresos que podrían percibir trabajando. La valoración del ahorro en tiempo de viaje de los usuarios de la vialidad, se obtiene precisamente del precio social de la mano de obra por tiempo que se transporta por la carretera o camino en cuestión; pero como sería muy difícil distinguir entre los diferentes tipos de mano de obra para aplicarles el precio social que les corresponde, podemos utilizar para la evaluación el salario medio de la localidad de que se trate, el cual se aplicaría al tránsito de personas detectado en el estudio de ocupación de los vehículos.⁵⁶

⁵⁶ *Para realizar una evaluación de tipo social, la mano de obra, capital, divisas y tasa de descuento deben ser convertidos de precios de mercado a precios sociales, que reflejan el verdadero valor que para la sociedad representan, ya que los precios de mercado son precios distorsionados por la influencia de subsidios e impuestos discriminatorios que reducen o aumentan el precio de los bienes y servicios, dejando así de representar su precio el valor real, es decir, lo que en realidad cuesta a la sociedad el uso de esos recursos. Los factores de conversión son proporcionados por el Centro de Estudios para la Preparación y Evaluación de Proyectos (CEPEP), o a manera de ejemplo, véase una forma en la que se pueden calcular de manera aproximada los precios sociales para una localidad, en el Capítulo 1, Apartado 1.2.5., Tema COSTOS SOCIALES DIRECTOS, de esta Sección II del documento.*

Ahorro de Costos de Operación de los Vehículos

Estos beneficios corresponden al menor consumo de combustible de los vehículos, así como de refacciones, mano de obra, neumáticos, lubricantes, etc., que se requieren para el funcionamiento de los vehículos, los cuales tienen relación con el estado físico de la carpeta de rodado (mientras más malas sean las condiciones del pavimento de la carretera o camino, mayores serán los requerimientos de mantenimiento de los vehículos), con la distancia a recorrer dado el trazado de la carretera o camino y el tiempo de recorrido afectado por el número de obstáculos y/o la velocidad (mientras mayores sean distancia y/o tiempo, se consume más combustible, lubricantes, neumáticos, etc.).

Entonces, si a consecuencia de la ejecución del proyecto carretero o de camino rural se reducirían los costos enunciados, el proyecto tiene la capacidad de generar beneficios por ahorro de costos de operación de los vehículos. La cuantificación de estos beneficios se debe hacer por tipo de vehículo de acuerdo a sus requerimientos y especificaciones técnicas valorándose a precios sociales. Y éstos, son beneficios sociales porque se liberarían recursos que pertenecen a la sociedad, y por ello estarían disponibles para ser empleados en otras actividades productivas, que a su vez se esperaría generen bienestar a la población.

Ahorro de Costos de Mantenimiento de la Carretera o Camino

Estos otros beneficios directos de los proyectos carreteros o de caminos, se presentan cuando a causa del proyecto se daría una disminución eventual o permanente, dependiendo del tipo y características de la obra proyectada, de los costos en los que se debe incurrir para conservar en buen estado la infraestructura carretera. Al igual que los demás beneficios directos analizados, son sociales porque se liberan recursos.

Ahorro de Costos por Accidentes

Si el proyecto que se pretende realizar proporcionaría mayor seguridad a los viajeros, y por ende, tiene la capacidad de disminuir los accidentes en la carretera en cuestión, generaría, si se ejecutara, un beneficio por ahorro de costos por accidentes, tales como costos por atención de lesiones a heridos en los accidentes (costos hospitalarios, medicamentos, operación de ambulancias, la mano de obra de paramédicos, médicos y enfermeras, etc.); daños materiales tanto a vehículos como a la infraestructura carretera y los costos por la congestión provocada con los accidentes, los cuales también son valorados a precios sociales y su ahorro implica la liberación de recursos de la sociedad.

Al hablar de los beneficios directos que generan los proyectos carreteros o de caminos rurales, hay que distinguir entre los diferentes tipos de tránsito, debido a que para cada uno de ellos el grado de beneficio (ahorro en costos) será diferente y, por lo tanto, se calculan por separado. Entre éstos se distinguen los siguientes:

- *Tránsito Normal.*- es el tránsito que existe actualmente en la carretera o camino donde se pretende ejecutar el proyecto, es decir, el tránsito detectado con nuestro estudio de demanda en el análisis de la situación actual.
- *Tránsito Desviado.*- es aquel que modifica su ruta sin cambiar su origen-destino, como consecuencia de la ejecución del proyecto, debido a que los individuos que lo integran ven la oportunidad de reducir su tiempo de traslado u otras molestias en sus viajes. Entonces, el tránsito desviado, a su vez, se debe distinguir según el origen-destino y la carretera alternativa de donde proviene.
- *Tránsito Generado.*- es el que se induce con la ejecución del proyecto, es decir, es un tránsito que actualmente no existe, y si el proyecto no se realiza no existirá; pero si el proyecto se implementa, este tránsito surgirá como consecuencia de la visualización de nuevas oportunidades por los individuos que lo integrarán.
- *Tránsito Transferido.*- Es el que modifica su ruta de viaje a raíz del proyecto, cambiando su origen y/o destino.

Como es evidente, tanto el tránsito generado como el transferido, serían de difícil estimación, por lo que para la evaluación cuantitativa de los proyectos de carreteras o caminos se consideran sólo los beneficios generados al tránsito normal y al desviado; en cuanto a los otros dos, si se considera que podrían presentarse, se debe realizar una descripción cualitativa con la reserva de que efectivamente no sea así.

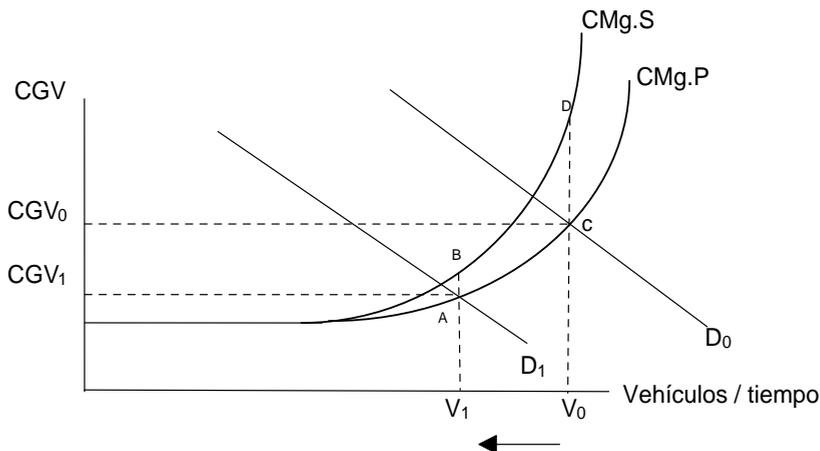
Beneficios Sociales Indirectos

Los beneficios sociales indirectos son aquellos que como consecuencia de la ejecución del proyecto se generan a otros mercados relacionados con el mismo, ya sean de bienes y servicios sustitutos o complementarios, tales como las carreteras o caminos alternativos (servicio sustituto al proyecto); el mercado de bienes raíces; el mercado de transportes portuarios, férreos o aéreos y las actividades económicas de las poblaciones con las que se conecte el proyecto. Analicemos cada uno de los beneficios enunciados:

Beneficio por Ahorro de Costos en las Carreteras o Caminos Alternativos

Cuando por la ejecución de un proyecto carretero o de caminos, se espera que cierto tránsito actual de otras carreteras o caminos se desvíe al proyecto, porque para sus puntos origen-destino otorgarán mayores ventajas se provoca un descongestionamiento en las otras vías, que se traduce como menores costos de mantenimiento para conservarlas y beneficios por ahorro de los CGV (tiempo de los usuarios y costos de operación de los vehículos) para los usuarios que aún con el proyecto continúan transportándose por ellas (Véase la Gráfica N° 34).

GRÁFICA N° 34
EFFECTO INDIRECTO DE UN PROYECTO CARRETERO
SOBRE LAS CARRETERAS ALTERNATIVAS



Como se puede observar en la Gráfica N° 34, a consecuencia de la mayor y mejor oferta y condiciones que tendría la carretera en estudio si se ejecutara el proyecto, el precio por su uso disminuiría (baja el CGV), provocando una disminución de la demanda de la carretera alternativa de D₀ a D₁, pues ya que el proyecto es un servicio sustituto a ésta, al disminuir su precio de uso, algunos de los consumidores actuales de la carretera alternativa tenderán a aumentar su preferencia por el proyecto, teniendo por consecuencia una disminución de la cantidad demandada del servicio de la carretera alternativa de V₀ a V₁. Con ello genera una baja en los costos privados de los usuarios que permanecerán transportándose por ella, lo cual representa un beneficio por aumento del excedente del consumidor medido por el

área que se encuentra debajo de la curva de demanda D_1 entre CGV_0 y CGV_1 ; y una disminución en los costos por congestión representada por el área ABCD; y por ende, un beneficio por ahorro de costos (liberación de recursos) para la sociedad.

Beneficio por Aumento de Valor de las Propiedades

Dado que con un proyecto carretero o de camino rural se facilitarían el transporte de ciertos lugares a otros, y sus habitantes en lo particular gozarían diariamente de los beneficios directos descritos anteriormente, además de que el uso de la tierra se puede prestar a un cambio más productivo; la demanda de las propiedades aledañas al proyecto aumentaría con el proyecto debido al mayor valor que los individuos les asignarían, por ende, tanto el precio de mercado como el precio social de los terrenos en los lugares en cuestión se elevarían a causa de la ejecución del proyecto, y al aumentar el valor de esos terrenos la localidad se haría más rica.

Beneficio en Otros Servicios de Transporte

Cuando de un proyecto de carretera se espera influya en el aumento del tráfico de otro servicio de transporte complementario (ferrocarril, aeroplanos, puertos, etc.) con los que hace o hará conexión para el transbordo de los usuarios de la carretera al otro servicio de transporte se traducirá en un beneficio indirecto atribuible a la ejecución del proyecto, siempre y cuando, el beneficio que generará el otro servicio de transporte a sus nuevos usuarios sea mayor al incremento en costos (uso de recursos) que se requiere para satisfacer el aumento en la demanda, es decir, que en el otro servicio de transporte existan economías de escala, ya que de lo contrario sería un costo.

Otro efecto indirecto positivo para la sociedad que puede provocar un proyecto de carreteras respecto a su influencia en otro servicio de transporte que fuera sustituto, sería que el proyecto implique la suspensión de parte del otro servicio de transporte, debido a la mayor conveniencia de todos sus usuarios actuales a transportarse con el proyecto; pues si se espera que eso suceda con el proyecto, quiere decir, que éste generará mayores beneficios a los usuarios, por lo que su preferencia por el proyecto será mayor que la del otro servicio y decidirán abandonar el otro servicio para transportarse por el proyecto. Este hecho implica la liberación de recursos del otro servicio, los cuales podrán ser empleados en otras actividades económicas.

Externalidades Positivas

Las externalidades positivas de un proyecto carretero o de caminos son aquellos efectos positivos que el proyecto genere a terceras personas, y por ello se mejoren

sus niveles de bienestar. Por lo general, estos efectos se deben a mejoras en el medio ambiente que se le atribuyan al proyecto, tales como la disminución de la contaminación acústica, estética y por emisión de partículas nocivas que producen los vehículos que transitan por la carretera o camino en cuestión, como resultado de la descongestión producida o el libre y más veloz desplazamiento de los vehículos por la carretera o camino.

Cuando no existe forma de cuantificar las externalidades positivas de un proyecto carretero, éstas pasan a ser beneficios intangibles, los cuales tendremos que describir cualitativamente en nuestra evaluación, para que una vez obtenidos los resultados cuantitativos se añadan los resultados cualitativos, se contrasten, y ayuden a tomar la mejor decisión respecto a ejecutar o no el proyecto.

7.2.4.2. Costos Socioeconómicos que Implican y Generan los Proyectos Carreteros y de Caminos Rurales

Los costos socioeconómicos son aquellos efectos negativos que se producen cuando un proyecto implica un mayor uso de recursos, o el desvío de los recursos empleados en otras actividades productivas para ser empleados por el proyecto; y aquellos efectos negativos ocasionados a terceras personas con la ejecución del proyecto, tanto durante la etapa de inversión como en la de operación, ya sean cuantificables o no cuantificables. Por lo tanto, también los costos socioeconómicos se dividen en directos, indirectos, externalidades e intangibles, los que a continuación estudiaremos.

Costos Socioeconómicos Directos

Los costos socioeconómicos directos son aquellos en los que el proyecto debe incurrir para su construcción y puesta en marcha, es decir, por el uso de los recursos que se requieren para la inversión, operación y mantenimiento, valorados a precios sociales, a fin de que se represente el verdadero valor que la sociedad les otorga, que es igual al sacrificio de no usarlos en otra actividad productiva alternativa (costo de oportunidad).

Entre los costos de inversión se encuentran los gastos en adquisición de terrenos y equipos, mano de obra calificada, semicalificada y no calificada y materiales y equipos, nacionales y extranjeros que se requieren para estudios de ingeniería y obras civiles.

En cuanto a los costos de operación y mantenimiento de los proyectos carreteros, están aquellos que se realizan para conservar en buen estado la infraestructura

carretera y sus componentes (señalización, demarcación, objetos de ornato, etc.) durante la vida útil del proyecto con el fin de conservar la calidad y nivel de servicio de la infraestructura física.⁵⁷

Costos Socioeconómicos Indirectos

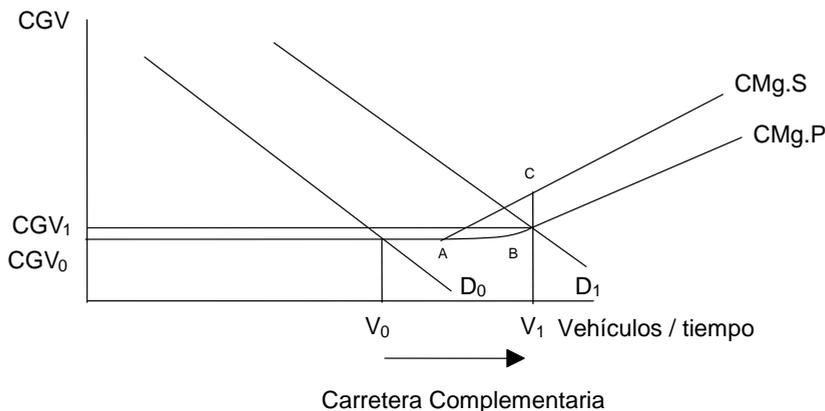
Estos costos socioeconómicos son aquellos que el proyecto provoca en los mercados relacionados con él, tales como las carreteras o caminos complementarios al proyecto, el mercado de bienes raíces, otros servicios de transporte entre poblaciones, etc., que si es ejecutado el proyecto resultarían perjudicados. Detallemos a continuación cada uno de ellos:

Aumento de Costos en las Carreteras o Caminos Complementarios

Cuando con la ejecución de un proyecto carretero o de camino rural, se obtiene una mayor captación de flujo vehicular, se provoca el aumento del flujo de las carreteras o caminos que hacen conexión con el proyecto y por aquellas que después de transitar por el proyecto se requiere también hacerlo para llegar al destino del viaje. Esto genera un aumento en los costos de operación de dichas carreteras o caminos complementarios al proyecto, y también en los costos de los usuarios (aumento en costos de operación y mantenimiento de los vehículos, y pérdida de tiempo) si tal influencia provoca congestión. Véase la Gráfica N° 35.

57 Cabe distinguir nuevamente, que cuando los costos de operación y mantenimiento de un proyecto carretero o de camino rural son menores que los costos de operación de la situación actual optimizada, el diferencial entre ambos es un beneficio del proyecto. Pero cuando los costos de operación del proyecto son mayores que los costos de operación de la situación actual optimizada, la diferencia es costo del proyecto.

GRÁFICA N° 35
EFFECTO INDIRECTO DE UN PROYECTO CARRETERO
SOBRE LAS CARRETERAS COMPLEMENTARIAS



Como se describe en la Gráfica N° 35, al aumentar la demanda de la carretera en donde se ejecuta el proyecto, debido a que el precio privado por transitar en ella ha disminuido gracias a su realización; parte de ese incremento en la demanda implica el aumento de la demanda de las carreteras complementarias, tanto en las que se debe transitar para llegar a hacer uso del proyecto, como en las que se transita después de hacer uso de éste para lograr llegar al destino del viaje, según este caso, de D_0 a D_1 , que dado su costo privado a la demanda alcanzada se produce un aumento en el flujo vehicular por tiempo de V_0 a V_1 , el cual rebasa la capacidad a la velocidad deseada legalmente permitida de esta carretera complementaria representada, por lo que se elevan los costos privados (que representa una pérdida en el excedente del consumidor) y los sociales (representada por el área ABC) que implica su uso. Este hecho implica el mayor uso de recursos, los cuales al ser utilizados para el viaje no podrán ser empleados en otras actividades productivas.

Costo por Disminución de Valor de las Propiedades

Por otra parte, un proyecto carretero, así como puede ocasionar un aumento en el valor de los predios aledaños, también puede ocasionar una disminución del valor de otros predios. Por decir un ejemplo, cuando el proyecto consiste en la mejora del trazado de una carretera, mediante una desviación que evite la entrada a una población cuyo tránsito de viajeros posibilita dar un uso comercial a los bienes inmuebles ubicados en la avenida principal; al ejecutar el proyecto se esperaría

que dicha actividad económica disminuyera, provocándose como consecuencia una disminución en el valor de esos predios que refleje su pérdida de productividad.

Costo en Otros Servicios de Transporte

Cuando con un proyecto carretero o de camino rural se espera la reducción del uso de otro servicio de transporte sustituto, en el que existen economías de escala, se generaría un efecto indirecto negativo, equivalente a lo que se dejaría de recaudar con el otro servicio de transporte, menos el “pequeño” ahorro en costos (en relación a lo que se pierde) que implicaría la reducción de su uso.

Externalidades Negativas

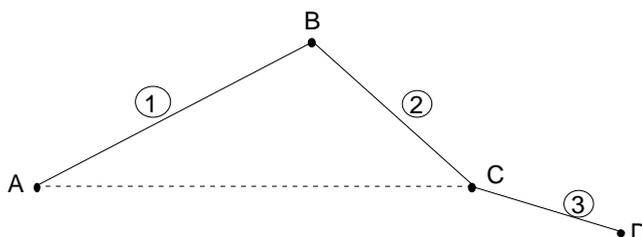
Las externalidades negativas son los efectos que por la ejecución del proyecto carretero o de camino rural se coaccionarían en el medio ambiente debido a la contaminación, ya sea por aumento de ruido, incremento de la emisión de partículas contaminantes, la disminución de áreas verdes, la congestión vehicular que se provoca durante la construcción de la obra, etc., que dañarían tanto a usuarios como no usuarios del proyecto.

Las tres primeras externalidades mencionadas, se podrían cuantificar y valorar con base en el costo que implicaría ejecutar la alternativa más económica, si es que existe, para evitar o enfrentar los efectos de dichas externalidades. Y la última, se podría cuantificar y valorar para internalizarla en el proyecto, mediante la estimación del aumento de costos a raíz de las desviaciones, restricciones y dificultades de tránsito durante la construcción del proyecto (aumento en costos de operación de carreteras o caminos alternativos, aumento de costos de operación y mantenimiento de los vehículos tanto de los usuarios normales de las carreteras o caminos alternativos como de los usuarios desviados, y su respectivo aumento en tiempo).

Las externalidades negativas cuya cuantificación y valoración económica es muy difícil, por lo que no pueden ser evaluadas cuantitativamente, pasan a ser costos intangibles; por lo que se debe realizar un análisis cualitativo de su impacto, el cual puede estar basado en parámetros técnicos que señalen niveles máximos de tolerancia, respecto a los cuales se puede tomar una decisión al contrastarlos con los resultados de la evaluación cuantitativa. Es decir, se estimaría el impacto ambiental del proyecto medido con indicadores técnicos, y si éstos rebasan los parámetros tolerables, entonces es muy probable que esa información influya en que no se realice el proyecto; pues los efectos económicos negativos serían impredecibles cuantitativamente.

Para ejemplificar los efectos socioeconómicos descritos, supongamos un caso sencillo, en el que el proyecto consista en la construcción de una carretera nueva que comunique directamente a las poblaciones A y C (Véase la Gráfica N° 36), las cuales, actualmente para comunicarse requieren de utilizar las carreteras 1 y 2 pasando por la población B; a su vez, la población C se comunica mediante la carretera 3 con un centro turístico llamado D.

GRÁFICA N° 36
EFFECTOS DE UN PROYECTO CARRETERO



donde,

A, B, C y D son poblaciones.

1, 2 y 3 son las carreteras existentes.

----- es el proyecto de construcción de una carretera nueva.

Como es evidente en el Gráfica N° 36, con el proyecto, la distancia que se recorrería de A a C es menor que sin el proyecto, por lo que a los viajeros entre A y C, que no tengan motivo para pasar por B, les sería menos costoso viajar por el proyecto, existiendo así, un ahorro de costos directo, que para poderse lograr, implica incurrir en costos directos para la construcción operación y mantenimiento del proyecto; además, al decidir viajar por el proyecto en vez de por la ruta ABC, se generaría un beneficio por descongestión en las carreteras alternativas (sustitutas) 1 y 2 por la reducción del tráfico, a la vez, que las actividades económicas de B que dependen del tránsito de viajeros se verían perjudicadas, presenciándose entonces, un costo por la reducción en la productividad de los inmuebles de B.

Por otra parte, la reducción en los costos de viajar de A a C con el proyecto, incentivaría que algunos residentes de A que antes no viajaban a D o lo hacían pocas veces, ahora, con el costo más bajo de viaje consideren viajar a D o hacerlo más seguido, representando esto un beneficio directo por mayor consumo (posibilidad de mayores satisfactores) para los viajeros de A a D; así como un beneficio por aumento de las actividades económicas de C que dependen del tránsito de viajeros y de las actividades turísticas de D, que se reflejaría con el aumento de valor de

los inmuebles de C y D dedicados a dichas actividades; pero ese incremento de los viajes de A a D, también implicarían un mayor flujo de vehículos por la carretera complementaria 3, generándose un aumento en los costos por congestión a los usuarios actuales de esta carretera y de operación y mantenimiento de la misma.

Cuando el proyecto consiste en la construcción de un camino rural nuevo, que serviría casi exclusivamente para acceder a la explotación de una actividad productiva potencial, la gran mayoría de su tránsito sería para el transporte de materiales, mercancías, personal, etc. de la empresa o empresas que quieran aprovechar dicha oportunidad. Por lo que los costos que implique el proyecto deben adherirse a los beneficios y costos del proyecto de explotación productiva de la empresa o empresas para su evaluación; y si internalizando los costos del camino en el proyecto de explotación productiva, aún resulta rentable realizar dicha actividad productiva, entonces, quiere decir que el proyecto del camino rural es rentable y conviene su ejecución.

7.2.5. Evaluación y Selección de Alternativas de Proyecto

Una vez que se han identificado, cuantificado y valorado los beneficios y costos socioeconómicos que cada una de las alternativas de proyecto generaría a lo largo de su vida útil si es que se ejecutaran, correspondería seleccionar aquella que sea más rentable para la sociedad (incluyendo la alternativa no hacer nada, si las demás alternativas no son rentables), es decir, elegir la que de ser implementada haría más rica a la sociedad de nuestra localidad.

Para ello, requerimos de aplicar al flujo de beneficios netos (beneficios menos costos), que generarían las alternativas de proyecto a lo largo de su vida útil, indicadores de rentabilidad que nos permitieran comparar entre ellas, y así elegir como proyecto de inversión la alternativa que proporcionará mayor bienestar a la población y tendrá mayor influencia en el crecimiento económico.

Los indicadores de rentabilidad que nos son útiles para comparar entre las alternativas de proyecto son, el “Valor Actual Neto (VAN)”, si es que las alternativas de proyecto cuentan con igual vida útil (la misma duración). Y en el caso de que las alternativas tuvieran diferente vida útil (distinta duración), entonces el indicador a aplicar sería el “Valor Anual Equivalente (VAE)”.⁵⁸

58 *Se recomienda que el horizonte de evaluación (número de periodos o años a los que se evaluará el proyecto), sea determinado con base en la vida útil o periodo de duración de la obra más representativa del proyecto en la inversión. Si dicha obra tiene una vida útil mayor de 20 años, entonces será conveniente que la evaluación se efectúe a un periodo no mayor de 20 años, a fin de que en las estimaciones de beneficios y costos futuros, el riesgo de error sea menor. En cuanto al valor que las obras tendrán al finalizar el horizonte*

De los resultados que se obtengan al aplicar estos indicadores a los flujos de beneficios netos de las alternativas de proyecto, el mayor corresponderá a la mejor alternativa, es decir, a la alternativa más rentable, a la cual convendría seleccionar como proyecto.⁵⁹

Pero para tomar la decisión de ejecutar o no proyectos carreteros o de caminos rurales, en los cuales sus beneficios son crecientes a través del tiempo, lo relevante no es considerar si el proyecto generará rentabilidad en caso de ser ejecutado, sino cuándo se deberá ejecutar el proyecto para obtener la mayor rentabilidad posible, esto es, en qué momento se maximizará la rentabilidad de la inversión en el proyecto. Es decir, que el proyecto podría no ser rentable en el momento de la evaluación, sin embargo, conforme transcurra el tiempo los beneficios que generará serán mayores, lo que provocará que en algún tiempo futuro la ejecución del proyecto se torne rentable, y de ese momento en adelante conforme transcurra el tiempo, el proyecto se hará más rentable si se posterga su ejecución, hasta un momento en el que la rentabilidad del proyecto sea la máxima, en el cual será conveniente ejecutarlo, ya que de seguirse postergando su ejecución la rentabilidad comenzaría a decrecer.

Para determinar el momento óptimo de inicio de un proyecto de vialidad urbana, cuyos beneficios son crecientes a través del tiempo, se aplican la “Tasa de Rendimiento Inmediata (TRI)” o el “Valor Actual Neto Marginal (incremento del VAN)”, como indicadores. El primero se utiliza cuando el incremento relativo de los beneficios se mantiene aproximadamente constante y el monto de inversión que se requiere para ejecutar el proyecto es el mismo (en términos de recursos empleados) o implica cambios insignificantes entre las alternativas de inicio; y el segundo, en los casos en que cada una de las alternativas de inicio impliquen montos de inversión y capacidades significativamente distintos y los cambios en los flujos de beneficios netos también sean representativos.⁶⁰

de evaluación del proyecto, dado que su vida económica aún no habrá finalizado; deberá contemplarse como valor residual en al término de dicho horizonte de evaluación, teniendo los efectos de un beneficio.

59 *Los cálculos tanto del VAN como del VAE se pueden realizar de manera más exacta y rápida con el uso de una calculadora financiera o una hoja de cálculo electrónica mediante la aplicación de funciones financieras. Pero si gusta ver el procedimiento manual de dicho cálculo y el procedimiento a seguir con la hoja de cálculo de Excel, puede consultar el Capítulo 2, apartado 2.1.1., de la Sección I de este documento.*

60 *Para profundizar sobre el cálculo de la “Tasa de Rendimiento Inmediata (TRI)” o el “Valor Actual Neto Marginal (incremento del VAN)”, véase el Capítulo 2, apartado 2.2.1., de la Sección I de este documento.*

CAPÍTULO 8

Proyectos de Inversión en Educación Pública

La educación de un país o localidad es de suma importancia, ya que es el molde de las características futuras de una sociedad, pues existe una relación estrecha entre los tipos y niveles de educación y la dinámica de la evolución y desarrollo socioeconómico y cultural de las poblaciones. Por tal razón, los sistemas educativos de los países se pueden concebir como una fábrica, en la que se elaboran las fuerzas productivas, a las cuales, mientras mayor valor se les agregue y sus procesos de transformación lleguen a niveles más altos, serán de mejor calidad y capacidad y, por ende, al integrarse al mercado laboral tendrán niveles más altos de productividad que si no se hubieran sometido a dichas transformaciones.

Por ello, la inversión en educación, es decir, la inversión en capital humano, es, al igual que las inversiones en infraestructura física de capital social, generadora de beneficios y costos, e influyente en el crecimiento económico, por lo que, consecuentemente, de ella se podría obtener cierta rentabilidad socioeconómica, es decir, un aumento en la riqueza del país o localidad en donde se realice la inversión.

Entonces, dado que la inversión en educación genera beneficios e implica el uso de recursos que pertenecen a la sociedad, los cuales, de no ser utilizados en educación podrían ser aplicados en otros proyectos de inversión que también generarían ciertos beneficios, las decisiones en torno al monto de la inversión que se destinará a la educación y en particular a cada uno de sus niveles y acerca de la ejecución o no de proyectos en dicha área, deben sujetarse al análisis de su conveniencia socioeconómica, en el que se demuestre la rentabilidad social de la inversión que se pretenda asignar al sector educativo y en lo particular a sus subsectores, la cual indique si la sociedad (ya sea el país, entidad federativa o municipio) obtendrá en el futuro mayor riqueza invirtiendo en educación en vez de hacerlo en otros proyectos, a cuanto se espera ascienda ésta, y cuánta ganancia se obtendrá.

Para ello, en este capítulo precisamente trataremos el tema de la “Evaluación Socioeconómica de Proyectos de Inversión en Educación”, la cual es una herramienta útil en el análisis de inversiones, pues permite la obtención de datos que fundamenten las decisiones respecto al gasto educativo, y así, optimizar los recursos públicos.

Para esto, iniciaremos con el estudio del tópico “análisis de la situación actual”, en el que trataremos el estudio tanto de la demanda como de la oferta de educación, a fin de conocer las condiciones presentes de la educación pública de nuestro universo de estudio, y así, poder definir el problema u oportunidad que se presente en el sector educativo. Posteriormente, continuaremos el estudio con el tópico del “análisis de la situación actual optimizada”, en el que se hará énfasis de la conveniencia de tratar de mejorar la situación actual antes de pensar en realizar un proyecto o asignar un presupuesto mayor a educación para resolver los problemas detectados en nuestro estudio anterior. Y finalmente, abordaremos el tópico del “análisis costo- beneficio”, donde describiremos cuáles son los beneficios y costos socioeconómicos que puede generar un proyecto de educación pública, cómo se cuantifican y valoran y cómo se mide su rentabilidad.

Pero antes, veamos cuáles han sido los antecedentes históricos más relevantes, relativos al análisis de las inversiones en educación.

8.1. ANTECEDENTES DEL ANÁLISIS DE INVERSIÓN EDUCATIVA

Fue en los años sesentas cuando se despertó el interés de los economistas en demostrar el valor económico de la educación con base en su contribución en el crecimiento; entre los que destacan estudios hechos por Schultz, Denison, Becker, Bowman y Krueger. Aunque, la concepción de que la inversión en capital humano promueve el crecimiento económico, se remonta a los tiempos de Adam Smith y a los primeros economistas clásicos, quienes destacaban la importancia de la inversión en las habilidades humanas.

Sin embargo, para los años setentas dichos estudios disminuyeron, pues existía ambivalencia respecto de la función de la educación en el desarrollo; además de presenciarse en dicho periodo una ausencia de crecimiento, ya que los déficit de mano de obra de la década anterior fueron sustituidos por un cada vez mayor desempleo entre las personas con educación en algunos países en desarrollo.

Pero, a partir de los años ochentas se retoman las investigaciones respecto a la importancia de la inversión en educación para promover el crecimiento, con las aportaciones de los estudios realizados por Hicks, Wheeler y Psacharopoulos; este

último, quien argumentó que “la contribución de la educación al crecimiento es aún más fuerte, si se toma en cuenta la complementación que existe entre la educación y otras formas de inversión”.⁶¹

8.2. EVALUACIÓN SOCIOECONÓMICA DE PROYECTOS DE INVERSIÓN EN EDUCACIÓN

Como ya se mencionó, la evaluación socioeconómica de proyectos de inversión es una herramienta que ayuda a la toma de decisiones de los funcionarios públicos a cargo de la asignación de los recursos públicos, a que sean empleados óptimamente. Dado que con la evaluación socioeconómica se obtienen resultados que muestran en cuánto, el pleno de la sociedad se haría más rica, o lo que es lo mismo, en qué tanto crecería su economía por influencia de la ejecución de un proyecto, o viceversa, en cuánto se haría más pobre; si los recursos disponibles le fueran asignados en lugar de asignárselos a otros proyectos.⁶²

También como ya se indicó, en este tema describiremos el procedimiento y factores a contemplar en el mismo, para evaluar socioeconómicamente los proyectos de inversión en educación pública, para lo cual comenzaremos a continuación con el estudio del tópico del “análisis de la situación actual”.

8.2.1. Análisis de la Situación Actual del Servicio de Educación

Con el análisis de la situación actual se pretende hacer un diagnóstico de las condiciones presentes del mercado del servicio de educación en el área de estudio, mediante la contrastación de los estudios de demanda y oferta de educación existentes, con el propósito de detectar algún problema o alguna oportunidad en la prestación del servicio y, de existir, identificar la causa o causas que los originaron, que justifique pensar en la implementación de un proyecto y realizar otros estudios para determinar la conveniencia de su ejecución.

Para ello, tendremos que realizar los estudios tanto de la demanda como de la oferta educativa en la zona de estudio (comunidad, municipio, estado o país;

61 PSACHAROPOULOS, George y WOODHALL, Maureen; *Educación para el Desarrollo: Un análisis de opciones de inversión*. Ed. Banco Mundial. U.S.A., 1986.

62 *Se entiende por el pleno de la sociedad, al conjunto de sectores socioeconómicos pertenecientes al área de estudio, tanto públicos como privados y sociales. Por lo que, si uno o unos de dichos sectores crecerían, a consecuencia del proyecto, a costa de otro u otros; se realizaría tan sólo una transferencia de la riqueza ya existente de uno o unos sectores a otros; por lo tanto no habría una verdadera aportación del proyecto al crecimiento económico.*

dependiendo de los alcances y la magnitud del proyecto), los que en seguida describiremos.

8.2.1.1. Estudio de Demanda Educativa

La demanda educacional a nivel básico (primaria y secundaria) corresponde al número de niños en edad escolar, y a nivel medio superior o superior (bachillerato y licenciatura o posgrados, respectivamente), es el número de estudiantes que desean continuar sus estudios en un grado mayor, las cuales se deben estudiar dependiendo del nivel de educación que compete a nuestro análisis.

Pero, el estudio de demanda educativa, dado que corresponde al mercado de un servicio cuya prestación es de largo plazo, se debe realizar tanto para el presente como para el futuro; además, como la cantidad de demanda de educación determina los requerimientos de la oferta, el estudio futuro de ésta, auxiliará a las autoridades encargadas de la planeación educativa en la asignación de recursos para invertir en educación, es decir, para incrementar la oferta educacional.

Para realizar dichos estudios en un país o en una localidad se requiere efectuar proyecciones relativas al número futuro de alumnos matriculados y, de los factores económicos que influyen en ella, a fin de llegar a contar con información que ayude a la toma de decisiones en planeación educativa. Por lo que, a éstos dedicaremos nuestro estudio a continuación.

8.2.1.1.1. Proyecciones Simples de la Cantidad de Demanda de Educación⁶³

Una proyección constituye una afirmación condicional sobre el futuro, es decir, suponiendo ciertas medidas o que persistan las tendencias actuales. Por lo tanto, las proyecciones no pretenden indicar cuál sería la evolución futura más probable o deseable; sin embargo, pueden servir para prevenir a las autoridades, si la información que se obtenga de ellas muestra resultados inconvenientes, a modificar la tendencia mediante la implementación de nuevas políticas educativas o nueva normatividad en la materia.

63 *Existen diversos métodos para realizar proyecciones respecto a la cantidad de demanda de educación o matrícula escolar, los cuales varían dependiendo de la información disponible en cada país o localidad donde se pretenden efectuar. En este caso, con el propósito de ejemplificar, se abordará un método sencillo de proyección, el cual, es uno de los métodos que propone la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (Unesco) en su Manual Metodológico de 1986: "Análisis y proyecciones de la matrícula escolar en los países en desarrollo", preparado por el Profesor Tore Thonstad, de la Universidad de Oslo, en cooperación con la División de Estadísticas de Educación, de la Oficina de Estadística de la Unesco.*

Además, las proyecciones de la cantidad de demanda de educación o del número futuro de alumnos matriculados, como se mencionó, por lo general constituyen el punto de partida para la planificación de la educación, ya que proporcionan la base para estimar los requerimientos de recursos, para el cálculo de los costos en los que se deberá incurrir para proporcionar la oferta requerida así como para estimar los beneficios que se generarían.

Para realizar las proyecciones de la cantidad de demanda de educación se requiere de contemplar datos de la matrícula de los distintos cursos del universo educativo que se esté analizando, y de los repetidores en cada curso, pues todos ellos serán parte de la demanda de cada curso y, es importante contemplar a los repetidores, porque éstos representan parte del aumento en la demanda de los

cursos anteriores al que cursaron sin éxito, y por ende, en los costos que consecuentemente afectan negativamente la rentabilidad de las inversiones en educación.

Veamos un ejemplo de proyección simple de la demanda educativa, en el que supongamos que contamos con los datos de la matrícula escolar y de los repetidores de dos años escolares anteriores al de nuestro análisis, para el que realizaremos las estimaciones de los flujos de alumnos entre cursos únicamente del primero al segundo curso (Véase el Cuadro N° 43).⁶⁴

CUADRO N° 43
Matrícula Escolar y Repetidores del Primero y Segundo Cursos
de los Años Escolares 01 y 02.
(Números de alumnos)

Año Escolar	Primer Curso		Segundo Curso	
	Matrícula Escolar	Repetidores	Matrícula Escolar	Repetidores
01	100,000	11,000	85,400	6,500
02	104,000	12,500	88,900	8,200

⁶⁴ Dichas estimaciones se tienen que hacer para todos los cursos de una generación de alumnos, a fin de obtener el flujo entre cursos desde el primero hasta el último curso, y así, llegar a saber cuántos alumnos se graduarán en el año correspondiente al último curso de la generación analizada. Dado que los cálculos son los mismos para todas las estimaciones del flujo entre cursos, en el ejemplo, sólo trataremos el primero y segundo cursos.

Con los datos presentados en el Cuadro N° 43, nosotros tenemos la posibilidad de estimar el flujo de alumnos entre el primero y el segundo cursos, para lo cual, tendremos que calcular las probabilidades o tasas de transición (flujo o transición de alumnos entre dos años escolares), que son las tasas de promoción, repetición y abandono, que serán las tasas a aplicar para las proyecciones.

Para poder calcular las tasas enunciadas, tendremos que obtener la información siguiente:

Primeramente, **número de alumnos nuevos** que ingresaron al primer curso en los años 01 y 02, que es igual a la matrícula escolar menos los repetidores del primer curso del año respectivo.

Número de Alumnos Nuevos

01: $100,000 - 11,000 = 89,000$

02: $104,400 - 12,500 = 91,900$

Posteriormente, hay que calcular el **número de alumnos que han pasado del primer curso al segundo entre 01 y 02**, que es igual a la matrícula escolar menos los repetidores del segundo curso del año 02.

Número de Alumnos que Han Pasado del Primer Curso al Segundo Entre 01 y 02

$88,900 - 8,200 = 80,700$

Y luego, calculemos el **número de alumnos del primer curso en 01 que han abandonado sus estudios**, que es igual a la matrícula escolar del primer curso en 01, menos los repetidores del primer curso en 02, menos el número de alumnos que han pasado del primer curso al segundo entre 01 y 02.

Número de Alumnos del Primer Curso en 01 que Han Abandonado sus Estudios

$100,000 - 12,500 - 80,700 = 6,800$

Ahora, con la información obtenida anteriormente, calculemos las tasas de transición:

Tasa de Promoción

Esta tasa indica la proporción de los alumnos matriculados en un curso dado en un determinado año escolar, que se matricularán en el curso posterior durante el año escolar siguiente, la cual, en nuestro ejemplo, es igual a la relación entre el número de alumnos que han pasado del primer curso al segundo entre 01 y 02, y la matrícula escolar del primer curso en 01.

$$\begin{array}{rcc} \text{Tasa de} & & \\ \text{Promoción} & \frac{80,700}{100,000} & 0.807 \end{array}$$

Entonces, la tasa de promoción de 0.807, nos indica que de los alumnos que se matriculen en el primer curso, suponiendo una misma tendencia del flujo entre cursos, se matricularán al segundo curso el 80.7%, y el 19.3% restante repetirán curso o abandonarán sus estudios.

Tasa de Repetición

Esta tasa es la proporción de alumnos de un curso de un año escolar que lo repiten en el año escolar siguiente, la que, para nuestro ejemplo, es calculada mediante la relación entre el número de repetidores del primer curso en el año 02, y la matrícula escolar del primer curso en 01.

$$\begin{array}{rcc} \text{Tasa de} & & \\ \text{Repetición} & \frac{12,500}{100,000} & 0.125 \end{array}$$

Por lo tanto, la tasa de repetición de 0.125 nos está indicando, que de seguir la misma tendencia del flujo entre cursos, del total de alumnos matriculados en el primer curso el 12.5% repetirán dicho curso al año escolar siguiente.

Tasa de Abandono

Esta tasa es la proporción de alumnos matriculados en un curso dado, que abandonan sus estudios sin haberlos terminado, calculada ésta, con los datos de nuestro ejemplo, por medio de la relación entre el número de alumnos del primer curso en 01 que han abandonado los estudios, y los alumnos matriculados en el primer curso de 01.

$$\begin{array}{rcc} \text{Tasa de} & & \\ \text{Abandono} & \frac{6,800}{100,000} & 0.068 \end{array}$$

Ésta nos indica que, de seguir la misma tendencia del flujo entre cursos, de todos los alumnos matriculados en el primer curso, el 6.8% abandonarán los estudios sin haberlos terminado.

Entonces, con las tasas de transición entre los cursos de primero a segundo que hemos obtenido, podremos realizar las proyecciones de repetidores en el primer curso, matrícula escolar del primer curso, número de alumnos que pasarán al segundo curso y el número de alumnos del primer curso que abandonarán sus estudios, para los años futuros, tal como se muestra en el Cuadro N° 44.

CUADRO N° 44
Proyección Simple del Flujo de Alumnos
Entre el Primero y Segundo Cursos

Año	Alumnos Nuevos*	Repetidores	Matrícula Escolar del Primer Curso	Número de Alumnos que Pasaron al Segundo Curso	Número de Alumnos que Abandonaron sus Estudios
03	94,894	13,050	107,944	87,111	7,340
04	97,986	13,493	111,479	89,963	7,581
05	101,179	13,935	115,114	92,897	7,828
:	:	:	:	:	:
:	:	:	:	:	:

* *En el caso de la educación básica, los alumnos nuevos se obtienen mediante proyecciones demográficas del número de infantes que llegan a edad escolar. Información que se puede obtener de las proyecciones de población que realiza el INEGI o CONAPO.*

8.2.1.1.2. Factores Socioeconómicos que Influyen en la Demanda de Educación

En el mercado, la educación puede ser analizada como un bien de consumo y como un bien de inversión. Puede ser considerada como un bien de consumo, porque la educación proporciona, en el presente, niveles de satisfacción a aquellos que consumen dicho servicio, eleva su autoestima, mejora su posición y convivencia social, sus expectativas futuras se fortalecen, etc. Y como un bien de inversión, por los rendimientos que cada uno de los estudiantes esperarán tener en el futuro a cambio de haber dedicado recursos financieros y tiempo a la educación o a mejorar su educación.

Por lo tanto, la demanda de educación como la demanda de cualquier otro bien, depende del gusto del consumidor y del comportamiento de factores económicos

de la familia y del país. Veamos entonces algunos de esos factores económicos que pueden influir en la demanda de educación tanto por parte de los individuos como globalmente:

Demográficos

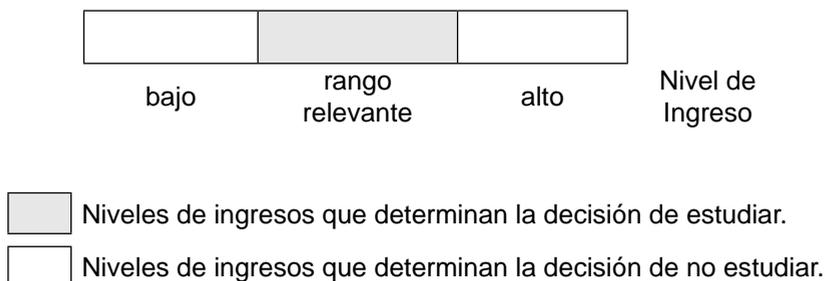
El crecimiento de la población, tal como se advirtió en la nota del Cuadro N° 44, es uno de los principales factores que afectan la demanda de educación, pues existe una estrecha relación entre la población y la demanda escolar, ya que conforme aumenta la población aumenta también la necesidad y, por ende, la demanda de dicho servicio, pues existe cada vez una mayor cantidad de insumos humanos a ser transformados por el sistema educativo.

Costo del Tiempo

El costo del tiempo o costo de oportunidad de la educación, que es especialmente relevante entre la población mayor de 15 o 16 años, se refiere al costo que representan los ingresos que los individuos dejarían de percibir si se dedican al estudio en vez de al trabajo; cuya magnitud depende del nivel salarial de la zona de estudio, el cual, influye en la demanda en ambos extremos, pues si los salarios que pueden percibir los individuos son altos puede resultarles a algunos de ellos más atractivo trabajar que estudiar, y a los que decidan estudiar incurrirán en un alto costo de oportunidad; pero si por el contrario, el nivel salarial es bajo, a algunos individuos no les resultaría atractivo trabajar y decidirán estudiar incurriendo en un costo de oportunidad bajo, pero habrá otros, que a consecuencia de dichas condiciones salariales, sus familias tengan un bajo ingreso, por lo que tendrán la necesidad de complementarlo con los ingresos producto de su trabajo y, por lo tanto dejan de estudiar.

Por lo anterior, este factor influye en la decisión de los individuos o de sus familias de continuar estudiando o no hacerlo, para dedicarse a alguna actividad productiva que les genere ingresos, decisión que como se ha dicho, dependerá del nivel salarial relativo que puede alcanzar cada individuo, dentro de un rango relevante. (Véase Gráfica N° 37).

GRÁFICA N° 37
Rango Relevante del Nivel de Ingresos Relativo que Influiría
en la Decisión de los Individuos para Seguir Estudiando.



Demanda Sectorial de Trabajo

Si en la zona de estudio existen empresas que invierten en infraestructura física que requiera de mano de obra calificada como complemento para poder producir más, por lo que demanden cierto tipo de trabajo que necesite de niveles educativos más altos, con la intención de producir más eficientemente; esto será un incentivo para que los individuos decidan seguir estudiando, puesto que tendrían la expectativa de un trabajo en el futuro, aumentándose así, la demanda por educación. Y lo contrario sucedería, si no se realizan dichas inversiones a consecuencia de bajas expectativas de los empresarios en la mejora de las ventas.

Como podemos ver en la descripción anterior de los factores económicos, es de suma importancia que las autoridades que a su cargo tengan la planeación y la promoción de la educación, tengan conocimiento claro de dichos factores a la hora de proponer y planear políticas públicas relacionadas con la educación. Pues, como es evidente, son los individuos los que a final de cuentas toman la decisión de incrementar su escolaridad o no hacerlo.

8.2.1.2. Estudio de Oferta Educativa

La oferta del sector educativo o de la educación en una comunidad, está representada por la capacidad de cobertura del servicio en la zona de influencia y por las características cualitativas de las instalaciones y personal destinados a la educación, es decir, por la magnitud y calidad de la infraestructura para educación existente y sus maestros y demás trabajadores del sector educativo.

Por ello, un estudio de la oferta educativa de la zona en análisis consiste en identificar y enumerar los establecimientos o el establecimiento dedicados a la labor

educativa en el presente, así como hacer una descripción de sus características técnicas, tales como calidad y tipo de material de las construcciones, tamaño de los establecimientos o establecimiento, superficie construida y no construida; para así, poder determinar la capacidad y calidad de la atención educativa que con la infraestructura y personal actuales se puede otorgar.

8.2.1.3. Definición del Problema en el Servicio de Educación

Una vez que conocemos cuál es la demanda actual y la posible demanda futura de educación, y también, cuál es la capacidad y calidad de las instalaciones y personal con que se cuenta para atender dichas demandas, restaría contrastar o comparar dichos resultados obtenidos de nuestros estudios de demanda y oferta, con el propósito de detectar si existe o existirá algún rezago o déficit en la prestación del servicio de educación; es decir, verificar si la oferta no es suficiente, en calidad y/o cobertura, para atender la demanda actual y/o la futura, pues de ser así, estaríamos comprobando la presencia de un problema al cual habría que darle atención y, con el cual se justificaría pensar en un proyecto de inversión en educación, del que se tendría que comprobar su conveniencia o rentabilidad.

Es obvio, que si al comparar los estudios de oferta y demanda se demuestra que la oferta actual es suficiente para satisfacer las demandas educativas de la población durante un tiempo considerable y, según nuestro estudio de demanda, esta suficiencia se revertirá hasta un tiempo que nos permite emplear nuestros recursos en otras inversiones; si existe la idea de ejecutar un proyecto de educación, entonces se tendrá que olvidar mientras no se presente ningún problema.

8.2.2. Análisis de la Situación Actual Optimizada del Servicio de Educación

Si con el análisis de la situación actual se ha comprobado la presencia de un problema, sea de cobertura o de calidad, es conveniente que tratemos de ver si puede ser resuelto de alguna forma que no implique grandes inversiones, es decir, que con el uso de los mismos recursos empleados o de algunos recursos adicionales se mejore la situación actual y se elimine o minimice el problema. De tal manera que logremos nuestros propósitos evitando gastar los escasos recursos con que se cuenta.

Por ello, es de suma importancia el análisis de la situación actual optimizada en la evaluación de proyectos de inversión, pues ésta podría ser una más conveniente solución a los problemas que enfrentemos, que ejecutar un proyecto, impidiéndose así el despilfarro de los tan preciados y escasos recursos que pertenecen a nuestra sociedad. Además de que la situación actual optimizada es la base de la que se

parte para medir los verdaderos beneficios netos (beneficios menos costos) que generaría un proyecto a lo largo de su vida útil, con los cuales se determina su rentabilidad, puesto que en las condiciones presentes, aún sin ejecutar ningún proyecto, se están obteniendo beneficios netos, los cuales no se le deben atribuir a un proyecto, ya que pertenecen a la situación actual, pues son beneficios netos ya existentes de los cuales goza la sociedad, que como ya se mencionó, son susceptibles de ser mejorados si se opera eficientemente, es decir, tal como debe ser, o sea, en condiciones óptimas.

Es por eso, el flujo de beneficios netos con los que se medirá la rentabilidad de los proyectos será el resultante de la diferencia entre el flujo de los beneficios netos totales que se obtendrían si se ejecutara el proyecto en estudio, menos, el flujo de los beneficios netos que se obtendrían si se prevalece con la situación actual, pero como debe operar “óptimamente”, pues de no hacerse así, se sobrestimarían los beneficios netos de los proyectos, y al medir con base en ellos la rentabilidad, obtendríamos resultados falsos, es decir, una rentabilidad mayor de la que realmente otorgaría el proyecto, y por lo tanto, se correría el riesgo de ejecutar proyectos realmente no rentables creyendo que lo son.

Con el propósito de definir mejor lo que es el análisis de la situación actual optimizada, a continuación vamos a ver algunos casos de optimización de la situación actual que se podrían presentar en la evaluación de proyectos de educación.

Por ejemplo, si el problema que se ha detectado, es un déficit de oferta de nuestros planteles de estudio de algún nivel educativo no básico, es decir, si la infraestructura escolar no es suficiente para satisfacer la demanda de ingreso, por lo que varios aspirantes se están quedando fuera de los planteles educativos; para ello, la primera solución que muy probablemente nos imaginemos, es ejecutar un proyecto de ampliación de dicha infraestructura, o sea, hacer más grandes las escuelas existentes o construir nuevas escuelas. Pero si seguimos analizando más profundamente el problema podríamos encontrar otras causas que no requieran de un mayor uso de recursos y, quizás, al impedir las, podríamos hasta ahorrar parte de los que actualmente estamos gastando. Tal sería el caso, si para nuestro ejemplo suponemos que también visualizamos la existencia de un alto grado de desertión y repetición de los alumnos debido a deficiencias en su educación, lo que nos dice que la cantidad de alumnos que ingresan a los primeros cursos es grande, pero que en los años de estudio posteriores el ingreso, es cada vez menor hasta que al finalizar el último año sólo se gradúa un pequeño porcentaje del número de alumnos que ingresó en el primer año, los cuales son los únicos que llegan a generar completamente los beneficios esperados por alumno.

Entonces, como es lógico, sería absurdo pensar en un proyecto de ampliación de la infraestructura física, del personal docente y demás trabajadores, a fin de que aquellos estudiantes que no logran ingresar lo hagan ahora, y después renuncien o reprueben; ya que se incurriría en costos que no generarían beneficios o lo harían en una proporción menor a la esperada, hecho que sin lugar a dudas reduciría la rentabilidad socioeconómica del sector educativo en estudio, además de impedir el aprovechamiento de otras oportunidades de inversión pública que sí sean rentables en nuestra sociedad.

Según hemos construido nuestro ejemplo, nos podemos dar cuenta que la principal causa del problema ha sido generada por deficiencias en niveles educativos anteriores, por lo que debemos dirigir otro estudio a dichos niveles para dar una solución de raíz; pero eso llevaría tiempo, y aunque pudiéramos implementar inmediatamente alguna solución, sus efectos en nuestro nivel educativo de estudio serían a largo plazo, por lo que tenemos que enfrentar los problemas ya ocasionados. Con tal fin, podríamos pensar en gestionar la realización de un proceso de selección más riguroso, a fin de que única y exclusivamente ingresen a los planteles educativos aquellos alumnos que prometan tener la capacidad de finalizar los estudios. Siendo esta propuesta, quizá una manera de optimizar la situación actual, y si así fuera, entonces ésta se tendría que contrastar con la situación con proyecto (situación en la que supongamos que se ejecuta el proyecto de ampliación de infraestructura) tal como se describió anteriormente, para determinar cuál es más conveniente para solucionar el problema, o lo que es lo mismo, cuál resulta ser más rentable.

Citemos otro ejemplo sencillo de optimización de la situación actual, en el cual, supongamos que se nos pide evaluar proyectos de construcción de escuelas de educación básica en varias comunidades de poblaciones pequeñas y dispersas unas de otras con una relativa cercanía, en donde actualmente no existen planteles educativos, y sus niños (supongamos que son unos cincuenta de diferentes edades), para recibir educación tienen que trasladarse a otra comunidad que sí cuenta con escuela y con espacio, pero que resulta relativamente lejos (a varios kilómetros) considerando que no existen medios de transporte, por lo que algunos de los infantes no reciben su formación básica o incurren en un alto grado de inasistencias.

Pues bien, sin lugar a dudas los proyecto de la construcción de escuelas sería una solución, más no precisamente la más apropiada, pues es de todos conocido que se requieren grandes cantidades de recursos para ejecutar este tipo de proyectos, por lo que tendremos que diseñar una alternativa a los proyectos que optimice dicha situación actual. Esta alternativa podría ser, la adquisición de una unidad de transporte escolar que incluso pudiera ser utilizada en otras actividades de transporte durante las horas clase, lo que implicaría el costo de inversión por la

compra de dicha unidad y los costos de operación tales como el consumo de diesel, mantenimiento, trabajo del chofer, etc., pero que impedirían los costos de inversión por construcción de las escuelas en cada comunidad, así como los de operación de las mismas, por ejemplo, el mantenimiento, el trabajo de los maestros para cada curso, y demás costos que implica traer a los profesores a las comunidades. Para que finalmente, en éste, como en todos los demás casos, contrastemos las dos alternativas de solución o las alternativas que hayamos encontrado para seleccionar la mejor (más conveniente).

8.2.3. Análisis Costo-Beneficio de los Proyectos de Inversión en Educación

Para la toma de decisiones acerca de la inversión en educación, es decir, respecto a si emplearemos o no, más recursos en el sector educativo, hemos mencionado repetidas veces que se debe optar por realizar un proyecto de inversión cuando éste es rentable, y más aún, cuando es el más rentable de los proyectos que se pueden realizar en nuestra sociedad. Pero para saber si es rentable un proyecto de inversión en educación, tenemos por lógica, que medir su capacidad de generación de beneficios y los costos en los que se incurriría si éste se ejecutase, a fin de compararlos, y así conocer la medida de su rentabilidad.

Por lo tanto, las actividades a realizar para continuar con el análisis de inversiones en educación, serán la identificación, la cuantificación y la valoración de los beneficios y costos socioeconómicos que una inversión en educación generaría si se llevara a cabo; para después, con base en esos beneficios y costos estimados, calculemos su rentabilidad. Y así, obtengamos el indicador que nos servirá de ayuda para tomar la mejor decisión de inversión en nuestra sociedad y, de esa forma, emplear más acertada y convenientemente nuestros escasos recursos.⁶⁵ En seguida explicaremos con mayor detalle estas actividades del análisis costo-beneficio de inversiones en educación.

8.2.3.1. Beneficios Socioeconómicos de las Inversiones en Educación

Los beneficios socioeconómicos son todos aquellos provechos o efectos positivos que se espera la sociedad obtenga de la inversión en educación, por la influencia que ejercerían en su desarrollo y crecimiento económico integral, o sea, en la elevación del bienestar y la riqueza del pleno de la población que la compone. A

⁶⁵ *Nótese que estamos haciendo énfasis de que el análisis costo-beneficio es una ayuda en la toma de decisiones de inversión; sin embargo, no es sustituto para juzgar, debido a que los beneficios y costos futuros nunca pueden ser previstos con certeza, y la medición, particularmente en lo que se refiere a los beneficios del proyecto, nunca puede ser completamente precisa.*

continuación describamos algunos de los más comunes e importantes beneficios socioeconómicos que se presentan al invertir en educación.

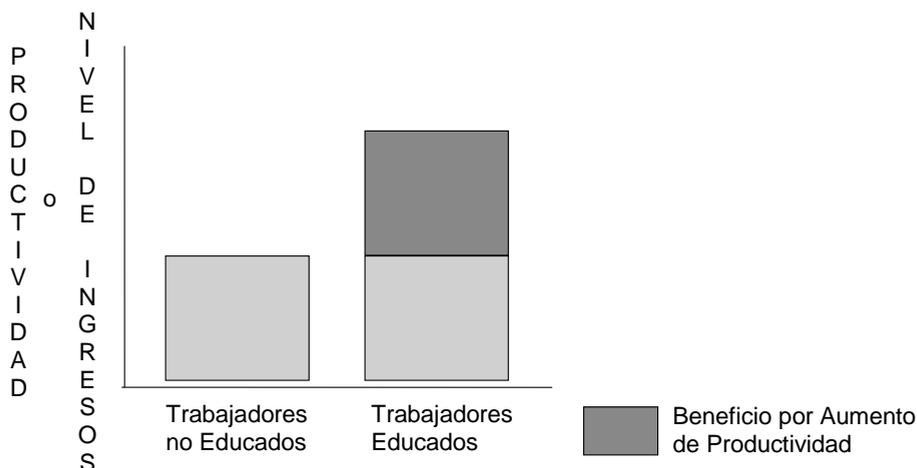
Aumento de la Productividad (Beneficio Directo)

La inversión en educación ayuda a crear riqueza en el futuro, ya que provee a los trabajadores educados con habilidades y conocimientos que les permiten incrementar sus capacidades productivas, y por lo tanto, a elaborar más y mejores bienes y servicios que satisfagan un mayor número de necesidades y proporcionen superiores comodidades a los individuos; de tal manera que con más educación, los trabajadores contribuyen en mayor medida al ingreso nacional.

Estas diferencias en la productividad de los trabajadores educados versus estos mismos trabajadores pero no educados, tienen una estrecha relación con el nivel de ingresos que reciben éstos como pago de su producción, pues, en general, una mayor producción atribuible a las habilidades y conocimientos de los trabajadores implica un mayor ingreso de éstos. Por lo que, una forma de medir este tipo de beneficio, que como se puede apreciar es el más importante de los beneficios que pueden generar las inversiones en educación, sería con base en el diferencial de ingresos que obtendrían los individuos por su trabajo durante el transcurso de su vida laboral una vez que se han educado con el proyecto, respecto a los ingresos que estos individuos recibirían si no incrementan su nivel educativo por no haberse realizado el proyecto.

La información necesaria acerca de los patrones de ingreso de los trabajadores en el transcurso de su vida laboral se podría obtener, por ejemplo, mediante la toma de una muestra estratificada primeramente por grupos de trabajadores de diferentes edades en un momento dado, a fin de que el efecto de la edad o la experiencia no sesgue nuestro estudio; y luego, dentro de esos grupos, por individuos educados hasta el nivel educativo en estudio y por individuos con el nivel educativo inmediato inferior al de estudio; posteriormente se podría estratificar por actividad o profesión de los trabajadores. En fin, el diseño de muestra tendrá que ser acorde al mercado o nivel educativo hacia el que pretendamos dirigir la inversión en estudio; para de esa muestra calcular promedios de ingreso para cada grupo, y entonces comparar los promedios de ingreso de los grupos con educación adicional y sin educación adicionales respectivos; y con esa diferencia obtenida medir los beneficios esperados de la inversión en educación por individuo a lo largo de su vida laboral (Véase la Gráfica N° 38).

GRÁFICA N° 38
Beneficio por Aumento de Productividad de
Inversiones en Educación



Pero ustedes podrán estar pensando que muchas veces existen distorsiones en la economía, tales como el desempleo y el subempleo, la competencia desleal por algunos miembros de la sociedad, la sobredemanda de trabajo para áreas específicas, etc., que impiden que la relación directa conocimientos-ingresos se dé en la realidad. Es por esa razón que los ingresos medios que se obtuvieron con el estudio anterior, los cuales están en términos de su valor de mercado, tienen que ser ajustados a su respectivo precio social del trabajo, es decir, al verdadero valor que tienen en la sociedad.⁶⁶

Es importante resaltar que el incremento en la productividad o incremento de los ingresos de los individuos debido a su más alto nivel de educación, en términos fiscales se traduce también en mayores ingresos para los gobiernos. Aunque este

66 *Para realizar una evaluación de tipo social, la mano de obra, capital, divisas y tasa de descuento, deben ser convertidos de precios de mercado a precios sociales, que reflejan el verdadero valor que para la sociedad representan, ya que los precios de mercado son precios distorsionados por la influencia de subsidios e impuestos discriminatorios que reducen o aumentan el precio de los bienes y servicios, dejando así de representar su precio el valor real, es decir, lo que en realidad cuesta a la sociedad el uso de esos recursos. Los factores de conversión son proporcionados por el Centro de Estudios para la Preparación y Evaluación de Proyectos (CEPEP), o a manera de ejemplo, véase una forma en la que se pueden calcular de manera aproximada los precios sociales para una localidad, en el Capítulo 1, Apartado 1.2.5., Tema COSTOS SOCIALES DIRECTOS, de esta Sección II del documento.*

efecto positivo no se debe incluir como tal en la evaluación socioeconómica, porque está implícito en el beneficio por aumento de productividad, ya que de lo contrario se duplicaría dicho beneficio, es decir, se sobrestimarían los beneficios.

Aumento del Consumo de Otros Bienes y Servicios (Beneficios Indirectos)

Cuando se realiza una inversión en educación y aumenta la oferta educativa de un nivel en particular o se agregan en niveles superiores otras opciones de educación, la demanda de otros bienes y servicios también aumenta, por ejemplo, se requieren más libros de texto, más útiles escolares, equipos de cómputo, etc., de los cuales descontándoles el costo que implica su producción, se obtiene un beneficio neto atribuible al proyecto, que se traducirá en mayor ingreso nacional y, por ende, en crecimiento y desarrollo económico. Estos beneficios pueden ser estimados con base en un presupuesto de los requerimientos por alumno multiplicado por el número de alumnos que se espera hagan uso del proyecto a lo largo de su vida útil.

Externalidades Positivas

Los beneficios externos de las inversiones en educación son todos aquellos efectos positivos que obtiene la sociedad, pero que no son el propósito principal de la inversión, y por lo tanto, se vinculan a ella indirectamente. Estos beneficios externos podrían ser los siguientes:

- *Reducción de la criminalidad.*- En una sociedad con suficiente oferta educativa y con buenos alcances de niveles educativos, los niños y adolescentes se ocupan de sus estudios y los adultos de sus trabajos o de actividades de ocio culturales, por lo que se les desvía de la realización de actividades delictivas, que combinado con el efecto a largo plazo de reducción en la pobreza, resultado del mayor ingreso de los individuos educados al incorporarse al mercado laboral, hacen disminuir los índices delictivos de la sociedad.
- *La cohesión social.*- La educación mantiene unida a una sociedad, pues se le da la capacidad de relacionarse con otros individuos y le proporciona una identidad propia.
- *Los beneficios intergeneracionales.*- Unos padres educados, transmiten a sus hijos y demás niños con los que establezcan algún tipo de comunicación, más y mejores conocimientos, libres de supersticiones e ideas falsas, lo que permite que las nuevas generaciones se desarrollen más dinámicamente, y por ende, en lo futuro ahorren costos en las inversiones educativas y logren alcanzar niveles de productividad más elevados cuando ingresen al mercado laboral.

- *Disminución de la fecundidad.*- Las parejas educadas tienden a planificar la familia, por un lado porque las mujeres educadas se ocupan en alguna actividad laboral y, por otro lado, y vinculado al anterior, controlan la natalidad dado el conocimiento que tienen acerca de métodos anticonceptivos, a fin de tener sólo el número de hijos que tendrán capacidad de atender dadas sus actividades y finanzas familiares.
- *Mejora en la salud y nutrición.*- Una sociedad educada se alimentará balanceadamente, dado el conocimiento de sus requerimientos alimenticios; el mejor abastecimiento de productos alimenticios de mayor calidad, resultado del aumento en la productividad y su capacidad económica para adquirirlos, que aunado a la adquisición de mejores hábitos de higiene y prevención de enfermedades da como resultado la mejora en la salud de la sociedad.
- *La incorporación al consumo de ciertos bienes y servicios.*- Los individuos que han obtenido un mayor nivel educativo tienden a aumentar su consumo, por lo que se incorporan a la adquisición de bienes y servicios de otros mercados, tales como los correspondientes al arte y la lectura.

Como puede apreciarse, los beneficios externos son de difícil cuantificación; sin embargo existen, y por lo tanto deben tomarse en cuenta para la toma de la decisión de ejecutar o no un proyecto de inversión en educación, para lo cual debe hacerse una descripción cualitativa de los mismos, especificando sus alcances.

8.2.3.2. Costos Socioeconómicos de las Inversiones en Educación

Los costos socioeconómicos son el aumento de uso de recursos que implica la construcción y operación (costos directos), en este caso de los proyectos de inversión en educación, los cuales al ser empleados por el proyecto en cuestión, no podrán ser utilizados para satisfacer otras necesidades de la sociedad u otras inversiones que también generarían beneficios. Además, son todos aquellos efectos negativos (costos indirectos y externos), que de ser ejecutado el proyecto, se generarían. Describamos en los párrafos siguientes, con mayor detalle los costos socioeconómicos de las inversiones en educación.

Costos Directos

Los costos directos son los costos de inversión y de operación que implica la ejecución de proyectos de inversión, en el caso de los costos de inversión en educación, tales como el trabajo de albañilería, fontanería, herrería, carpintería y otros, así como todos los materiales que se requieren para la construcción del proyecto; además

de todos aquellos recursos necesarios para equipar y amueblar las instalaciones que se construyan. Y en cuanto a los costos de operación de los proyectos de educación, son aquellos como el trabajo de los profesores y demás personal ocupado en el proyecto; los materiales didácticos; la energía eléctrica adicional que se consumirá; el mantenimiento de los equipos, muebles e instalaciones; etc., todos ellos, valorados a precios sociales.

Costos Indirectos

Estos costos son aquellos en los que incurren los alumnos al dedicar su tiempo al estudio en vez de dedicarlo a alguna actividad laboral que les pudiera generar ingresos en el momento, ya que por ello dejan de percibir dichos ingresos; esto es, como se mencionó anteriormente, incurren en un costo de oportunidad. Por lo tanto, este costo de oportunidad de los estudiantes, precisamente se estima en términos del valor del ingreso suspendido que obtendrían de las oportunidades alternativas sacrificadas por ellos; y es un costo social porque ello se traduce en una pérdida para la sociedad equivalente al valor de los bienes y servicios que el estudiante no genera por estar estudiando, los cuales, en el momento, representan una menor cantidad de satisfactores disponibles para la sociedad que los que podrían estar disponibles si se emplean todos los recursos humanos existentes en las actividades productivas.

Entonces, el valor monetario de este costo se puede calcular con base en los ingresos sacrificados por el estudiante. Por ejemplo, los ingresos sacrificados por estudiante de un nivel medio-superior, se determinan a partir de los ingresos promedio de los graduados de secundaria que se encuentran empleados; los ingresos sacrificados por estudiante de un nivel superior, se determinan con base en los ingresos promedio de los graduados de bachillerato que se encuentren ocupados; y así sucesivamente.

Pero debemos tener cuidado de no sobrestimar este costo, pues si en el país o localidad donde estemos realizando nuestro estudio existe alto índice de desempleo, el costo determinado tan sólo de la forma anteriormente mencionada nos daría un resultado erróneo, ya que es probable que si los individuos no se dedican a estudiar tampoco tendrían trabajo pagado completamente, y permanecerían ociosos. Por lo tanto, lo relevante sería cuál es la probabilidad que tiene un estudiante de encontrar un trabajo remunerado, utilizando dicha probabilidad como ponderadores de los salarios existentes entre los egresados del nivel anterior al de estudio, y así estimar el costo de oportunidad de los estudiantes. Para ejemplificar lo anterior veamos el Cuadro N° 39 y su posterior explicación, en el que supondremos que calcularemos el costo de oportunidad de los estudiantes del nivel de estudio medio-superior (bachillerato).

CUADRO N° 45
Desempleados en Cada Año Posterior
a la Finalización de la Educación Secundaria*

Año después de terminar la secundaria	Porcentaje	
	Desempleados	Empleados
1	60	40
2	56	54
3	25	75
4	19	81
5	07	93
6	03	97

* *Datos ficticios.*

Para los estudiantes, en nuestro ejemplo del Cuadro N° 45, la probabilidad de ser empleados en el primer año es de 40% y va subiendo conforme pasa el tiempo, pero no llega al 100%; esto, relacionándolo con los ingresos sacrificados sería, por decir algo, para el cuarto año un ingreso sacrificado del 81% del promedio salarial de los egresados del nivel de estudios anterior al de estudio que se encuentran empleados; de tal manera, que si dicho promedio es de \$11,200.00 por año, entonces el costo de oportunidad por estudiante de bachillerato será de \$9,072.00 por año.

Pero éste no es el único costo indirecto, aunque sí el más relevante, pues recordemos que el aumento en el consumo de productos didácticos implica el aumento en el uso de los recursos indispensables para ser elaborados, los cuales, al ser empleados para producir útiles escolares y libros de texto, ya no pueden ser usados en otras actividades económicas que proporcionen otros satisfactores a la sociedad.

Externalidades Negativas.

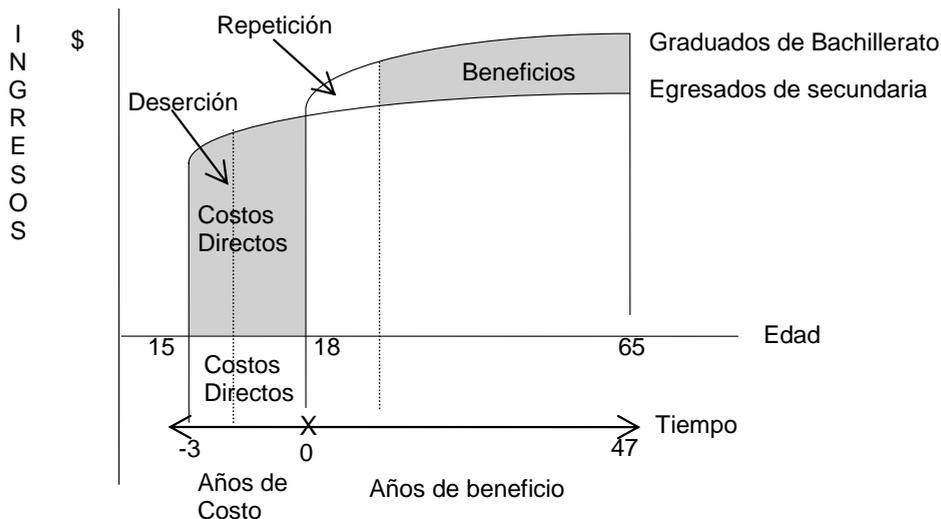
Los costos externos son todos aquellos efectos negativos que genera un proyecto de inversión a terceras personas, los cuales no son derivados de la intención principal de la ejecución del proyecto, por lo que deben ser detectados y ser incluidos aunque sea cualitativamente en la evaluación de la inversión.

8.2.3.3. Medición de la Rentabilidad de la Inversión en Educación

Bueno, pues como se indicó al principio del presente tema, una vez que hemos identificado, cuantificado y valorado los beneficios y costos socioeconómicos que a lo largo del tiempo generaría el proyecto de inversión en educación en cuestión

(Véase la Gráfica N° 39, en la que se describen, como ejemplo, dichos beneficios y costos para un proyecto de inversión en educación de nivel medio-superior), sigue determinar, con base en ellos, su rentabilidad.

GRÁFICA 39
Beneficios y Costos Socioeconómicos de un Proyecto de Inversión en Educación de Nivel Bachillerato



Por lo general, en el caso de la evaluación de inversiones en educación, se utiliza como el más recomendable indicador de rentabilidad el denominado “Tasa Interna de Rendimiento (TIR)”, para aquellos casos en que la decisión a tomar será en cuál nivel educativo conviene más invertir; por ejemplo, si nos es más conveniente invertir en educación primaria, en educación secundaria, en educación media-superior o en educación superior, ya que estas alternativas de inversión en educación no son mutuamente excluyentes, es decir, si se realiza una de ellas no implica que ya no se puedan realizar las otras, pues su única limitación es el presupuesto. Por ello, la TIR es un buen indicador de la rentabilidad para seleccionar entre este tipo de alternativas de inversión en educación, debido a que nos muestra el rendimiento que cada proyecto tendrá en sí, por lo que el criterio de selección será el de elegir para inversión aquella alternativa que obtenga la mayor TIR, siempre y cuando sea mayor que la tasa social de descuento, pues de lo contrario querrá decir que no conviene invertir en el momento en educación y será mejor que le busquemos a los recursos otro destino que sí sea rentable para la sociedad.

Y para aquellos casos en que estemos evaluando alternativas de inversión que sean mutuamente excluyentes, o sea, que si se elige ejecutar una de ellas, las otras ya no se podrán realizar porque sirven para un mismo propósito, resolver un problema, que al ser resuelto por una de ellas ya no tiene sentido realizar las demás; es decir, que al implementarse una alternativa ésta desplaza a las otras. Por ejemplo, podría ser el caso mencionado anteriormente, de elegir entre construir una escuela en una comunidad donde no hay, o introducir un medio de transporte escolar que lleve a los niños de la comunidad a la escuela más cercana. El indicador de la rentabilidad más conveniente para seleccionar de entre este tipo de alternativas a la mejor, es el “Valor Actual Neto (VAN)”, del cual el criterio de selección será el de elegir la alternativa que obtenga el mayor VAN.⁶⁷

67 *Para profundizar más acerca del significado, cálculo e interpretación del VAN y la TIR, se puede consultar el Capítulo 2, apartados 2.1.1.1. y 2.1.3., de la Sección I de este documento.*

ANEXOS

Normatividad a Aplicar para la Evaluación de Proyectos de Inversión Pública Local Financiados Parcial o Totalmente con Recursos Federales

En la Ley Federal de Presupuesto y Responsabilidad Hacendaria (LFPRH), artículo 34, y en su Reglamento, artículo 45, se establece la obligación a todas las dependencias y entidades federales de registrar los programas y proyectos de inversión en la cartera que integra la Secretaría de Hacienda y Crédito Público (SHCP), con el requisito de que éstos cuenten con evaluación costo y beneficio, mismos que son analizados por la Comisión Intersecretarial de Gasto Financiamiento con el propósito de determinar la prelación para su inclusión en el proyecto de Presupuesto de Egresos y el orden para su ejecución, a fin de procurar la maximización del impacto e incrementar el beneficio social, para lo cual se debe observar como uno de los criterios principales, la *“rentabilidad socioeconómica”*. (Ver Anexos A-1 y A-2)

Asimismo, en la propia LFPRH, artículo 79, se ordena que el Ejecutivo Federal, por conducto de la SHCP, determine la forma y términos en que deberán invertirse los subsidios que se otorguen a las entidades federativas y municipios, entendiéndose por subsidios, conforme al artículo 2-LIII de la citada Ley, *“las asignaciones de recursos federales previstas en el Presupuesto de Egresos que, a través de las dependencias y entidades, se otorgan a los diferentes sectores de la sociedad, a las entidades federativas o municipios para fomentar el desarrollo de actividades sociales o económicas prioritarias de interés general”*. (Ver Anexo A-1, y A-4, numeral 2-XVI)

De tal manera, que para las dependencias y entidades federales es requisito efectuar el análisis costo y beneficio de programas y proyectos de inversión que pretendan se incorporen en el proyecto de Presupuesto de Egresos; y en lo que corresponde a las transferencias de recursos a entidades federativas y municipios catalogadas como subsidios, con base en lineamientos o reglas de operación que emita la SHCP, cuando se empleen recursos federales asignados en el Presupuesto de Egresos para realizar

programas y proyectos de inversión en infraestructura y equipamiento, como es el caso en la actualidad de los recursos federales vinculados con ingresos excedentes u otros subsidios destinados para dichos programas y proyectos, que en el primer caso, las entidades federativas se deben sujetar a las disposiciones aplicables del Fideicomiso para la Infraestructura en los Estados (FIES), y en el segundo, a las disposiciones correspondientes que emita la SHCP, como se establece en el artículo 8-VIII del Presupuesto de Egresos para el Ejercicio Fiscal 2010 (PEF 2010). (Ver Anexo A-3)

Entre los recursos federales asignados a las entidades federativas y municipios para ser destinados a realizar programas y proyectos de inversión en infraestructura y equipamiento, en los que se debe efectuar análisis costo y beneficio, se encuentran los siguientes:

- El 10% del remanente de ingresos excedentes para programas y proyectos de inversión en infraestructura y equipamiento de las entidades federativas, a que se refiere el artículo 19-IV-d) de la LFPRH; así como el 25% de la “derrama”, una vez que se alcanza el monto de la reserva de los Fondos de Estabilización, para ese mismo destino, establecido en el artículo 19-V-b) de la LFPRH, mismos que se rigen conforme las disposiciones de los *“LINEAMIENTOS para la solicitud, transferencia y aplicación de los recursos correspondientes con cargo al Fideicomiso para la Infraestructura en los Estados”*. (Ver Anexos A-1, y A-4, específicamente numerales 12 y 28-III)
- Los 13,500 millones de pesos incluidos en el Anexo 12 “Programas del Ramo 23 Provisiones Salariales y Económicas” del PEF 2010, del Fondo de Inversión para Entidades Federativas, que conforme el artículo DÉCIMO TERCERO TRANSITORIO del mismo PEF 2010, las entidades federativas se deben ajustar en la solicitud, aplicación y rendición de cuentas de dicho subsidio, a las disposiciones del FIES. (Ver Anexo A-3)
- Los recursos del Fondo Metropolitano que se distribuye entre las zonas metropolitanas según la asignación que se presenta en el Anexo 12 citado, que conforme el artículo 43 del PEF 2010, deben destinarse prioritariamente a estudios, planes, evaluaciones, programas, proyectos, acciones, obras de infraestructura y equipamiento, cuya asignación y aplicación debe sujetarse para su financiamiento a criterios objetivos de evaluación de costo y beneficio, así como de impacto metropolitano, económico, social y ambiental. (Ver Anexo A-3)

En el caso de los recursos a los que nos referimos en las dos primeras viñetas, a los que se les debe aplicar los citados lineamientos del FIES, es en éstos en los que se les requiere a las entidades federativas elaborar proyectos ejecutivos; estudios

de preinversión requeridos para definir la factibilidad técnica, económica, ecológica y social de los trabajos; y las evaluaciones de costo-beneficio e impacto ecológico, según corresponda.

Asimismo, se establece en los lineamientos del FIES que las entidades federativas deben observar las disposiciones federales correspondientes a la aplicación de los recursos federales que se ejerzan en el marco de convenios o mecanismos formales de coordinación específicos, y siempre y cuando no contravengan a éstas, las disposiciones locales relativas a programas y proyectos de inversión en infraestructura y equipamiento. (Ver Anexo A-4, numeral 14)

Además, en los lineamientos del FIES, atendiendo algunos requisitos, se da la posibilidad de cofinanciar los recursos correspondientes, con recursos propios, otros de origen Federal o los previstos en disposiciones fiscales, como el Fondo de Aportaciones para el Fortalecimiento de las Entidades Federativas (FAFEF). Por cierto, en el caso del FAFEF se tiene dentro de las posibilidades de destino el empleo de hasta un 3 por ciento del costo del programa o proyecto programado en el ejercicio fiscal correspondiente, para gastos indirectos por concepto de realización de estudios, elaboración y evaluación de proyectos, supervisión y control de las obras de infraestructura a las que se refiere el artículo 47-I de la Ley de Coordinación Fiscal. (Ver Anexos A-4, numeral 28, y A-5)

Adicional a los citados lineamientos del FIES, la SHCP ha emitido lineamientos complementarios y adicionales a los lineamientos complementarios, con el objeto de consolidar y hacer más eficiente el registro y aplicación de los recursos con cargo al patrimonio del FIES; que de los que hasta ahora se tiene conocimiento son cuatro que aplican a los recursos relativos al cuarto trimestre del ejercicio fiscal 2008, con los que se ha posibilitado el empleo del recurso a usos adicionales o se han detallado algunas disposiciones de los usos ya existentes, así como para ampliar el plazo de ejercicio de los recursos.⁶⁸

68 SHCP; Oficio Núm. 307-A-023, *Lineamientos complementarios para la solicitud, transparencia y aplicación de los recursos con cargo al FIES del Ejercicio Fiscal 2008*. México D.F., 6 de enero de 2009.

SHCP; Oficio Núm. 307-A-0301, *Disposiciones complementarias a los Lineamientos y adicionales al oficio de la UPCP número 307-A-023*. México D.F., 31 de marzo de 2009.

SHCP; Oficio Núm. 307-A-1002, *Disposiciones adicionales a los Lineamientos y complementarias a los oficios Nos. 307-A-023 y 307-A-0301 de la Unidad de Política y Control Presupuestario*. México D.F., 31 de agosto de 2009.

SHCP; Oficio Núm. 307-A-2502, *Complemento a las Disposiciones adicionales a los Lineamientos y complementarias a los oficios Nos. 307-A-023, 307-A-0301 y 307-A-1002 de la Unidad de Política y Control Presupuestario*. México D.F., 30 de noviembre de 2009.

Con la finalidad de que las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal cuenten con elementos y referencias útiles para la elaboración de los análisis costo y beneficio de los programas y proyectos de inversión a su cargo, la Unidad de Inversiones de la SHCP expidió los “*LINEAMIENTOS para la elaboración y presentación de los análisis costo y beneficio de los programas y proyectos de inversión*” publicados en el Diario Oficial de la Federación del 18 de marzo de 2008. (Ver Anexo A-6)

A continuación se presentan las disposiciones normativas comentadas, que se relacionan con la evaluación de proyectos de inversión pública local financiados parcial o totalmente con recursos federales, en los siguientes anexos:

A-1 DISPOSICIONES DE LA LEY FEDERAL DE PRESUPUESTO Y RESPONSABILIDAD HACENDARIA.

A-2 DISPOSICIONES DEL REGLAMENTO DE LA LEY FEDERAL DE PRESUPUESTO Y RESPONSABILIDAD HACENDARIA.

A-3 DISPOSICIONES DEL PRESUPUESTO DE EGRESOS DE LA FEDERACIÓN.

A-4 DISPOSICIONES DE LOS LINEAMIENTOS PARA LA SOLICITUD, TRANSFERENCIA Y APLICACIÓN DE LOS RECURSOS CORRESPONDIENTES CON CARGO AL FIDEICOMISO PARA LA INFRAESTRUCTURA EN LOS ESTADOS.

A-5 DISPOSICIÓN DE LA LEY DE COORDINACIÓN FISCAL QUE POSIBILITA EL EMPLEO DE LOS RECURSOS DEL FAFEF PARA LA ELABORACIÓN Y EVALUACIÓN DE PROYECTOS.

A-6 LINEAMIENTOS PARA LA ELABORACIÓN Y PRESENTACIÓN DE LOS ANÁLISIS COSTO Y BENEFICIO DE LOS PROGRAMAS Y PROYECTOS DE INVERSIÓN.

A-1
DISPOSICIONES DE LA LEY FEDERAL DE PRESUPUESTO Y
RESPONSABILIDAD HACENDARIA ⁶⁹

Artículo 2.- Para efectos de esta Ley, se entenderá por:

.....

LIII. Subsidios: las asignaciones de recursos federales previstas en el Presupuesto de Egresos que, a través de las dependencias y entidades, se otorgan a los diferentes sectores de la sociedad, a las entidades federativas o municipios para fomentar el desarrollo de actividades sociales o económicas prioritarias de interés general;

.....

Artículo 19.- El Ejecutivo Federal, por conducto de la Secretaría, podrá autorizar erogaciones adicionales a las aprobadas en el Presupuesto de Egresos, con cargo a los excedentes que, en su caso, resulten de los ingresos autorizados en la Ley de Ingresos o de excedentes de ingresos propios de las entidades, conforme a lo siguiente:

- I. Los excedentes de ingresos que resulten de la Ley de Ingresos, distintos a los previstos en las fracciones II y III de éste y el artículo siguiente, deberán destinarse en primer término a compensar el incremento en el gasto no programable respecto del presupuestado, por concepto de participaciones; costo financiero, derivado de modificaciones en la tasa de interés o del tipo de cambio; adeudos de ejercicios fiscales anteriores para cubrir, en su caso, la diferencia entre el monto aprobado en el Presupuesto de Egresos y el límite previsto en el artículo 54, párrafo cuarto de esta ley; así como a la atención de desastres naturales cuando el Fondo de Desastres a que se refiere el artículo 37 de esta Ley resulte insuficiente.

En el caso de la Comisión Federal de Electricidad, las erogaciones adicionales necesarias para cubrir los incrementos en los precios de combustibles con respecto a las estimaciones aprobadas en la Ley de Ingresos y su propio presupuesto, procederán como ampliaciones automáticas con cargo a los ingresos excedentes a que se refiere esta fracción. Dichas ampliaciones únicamente aplicarán para compensar aquel incremento en costos que no sea posible repercutir en la correspondiente tarifa eléctrica.

⁶⁹ *TEXTO VIGENTE. Última reforma publicada en el Diario Oficial de la Federación del 31 de diciembre de 2008.*

El **remanente de los ingresos excedentes** a que se refiere la presente fracción, se destinará en los términos de la fracción IV de este artículo;

.....

IV. Los ingresos excedentes a que se refiere el último párrafo de la fracción I de este artículo una vez realizadas, en su caso, las compensaciones entre rubros de ingresos a que se refiere el artículo 21 fracción I de esta Ley, se destinarán a lo siguiente:

a)

d) En un **10% a programas y proyectos de inversión en infraestructura y equipamiento de las entidades federativas**. Dichos recursos se destinarán a las entidades federativas conforme a la estructura porcentual que se derive de la distribución del Fondo General de Participaciones reportado en la Cuenta Pública más reciente.

.....

V. **Una vez que los Fondos** a que se refiere la fracción anterior **alcancen el monto de la reserva determinado**,⁷⁰ los excedentes de ingresos, a que se refiere la fracción IV de este artículo se destinarán conforme a lo siguiente:

a) ;

70 *Se refiere a los Fondos de Estabilización (Fondo de Estabilización de los Ingresos de las Entidades Federativas, Fondo de Estabilización para la Inversión en Infraestructura de Petróleos Mexicanos, y Fondo de Estabilización de los Ingresos Petroleros). Sobre los cuales, en el mismo artículo 19-IV, segundo párrafo, de la LFPRH, se establece que el monto de la reserva que deberán tener los Fondos de Estabilización, misma que debe ser adecuada para afrontar una caída de la RFP o de los ingresos petroleros del Gobierno Federal y de Petróleos Mexicanos, según corresponda, será igual al producto de la plataforma de producción de hidrocarburos líquidos estimada para el año, expresada en barriles, por un factor de 3.25 para el caso del FEIEF y del FEIPemex, y de 6.50 en el caso del FEIP, en todos los casos por el tipo de cambio del dólar estadounidense con respecto al peso esperado para el ejercicio.*
Cabe mencionar que, con objeto de que de presentarse una situación inesperada de aumento de los ingresos, se pueda acumular una mayor cantidad de recursos para hacer frente a crisis como la experimentada en el año 2008; se estableció en el párrafo décimo cuarto del artículo 1° de la Ley de Ingresos de la Federación para el Ejercicio Fiscal 2010, que durante dicho ejercicio fiscal no serán aplicables los límites para la acumulación de las reservas en los fondos de estabilización.

- b) En un **25% a programas y proyectos de inversión en infraestructura y equipamiento de las entidades federativas**. Dichos recursos se destinarán a las entidades federativas conforme a la estructura porcentual que se derive de la distribución del Fondo General de Participaciones reportado en la Cuenta Pública más reciente.
-

Artículo 34.- Para la programación de los recursos destinados a programas y proyectos de inversión, las dependencias y entidades deberán observar el siguiente procedimiento, sujetándose a lo establecido en el Reglamento:

- I. Contar con un mecanismo de planeación de las inversiones, en el cual:
- a) Se identifiquen los programas y proyectos de inversión en proceso de realización, así como aquéllos que se consideren susceptibles de realizar en años futuros;
 - b) Se establezcan las necesidades de inversión a corto, mediano y largo plazo, mediante **criterios de evaluación que permitan establecer prioridades entre los proyectos**.

Los mecanismos de planeación a que hace referencia esta fracción serán normados y evaluados por la Secretaría;

- II. **Presentar a la Secretaría la evaluación costo y beneficio de los programas y proyectos de inversión** que tengan a su cargo, en **donde se muestre que dichos programas y proyectos son susceptibles de generar, en cada caso, un beneficio social neto bajo supuestos razonables**. La Secretaría, en los términos que establezca el Reglamento, podrá solicitar a las dependencias y entidades que dicha evaluación esté dictaminada por un experto independiente. La evaluación no se requerirá en el caso del gasto de inversión que se destine a la atención prioritaria e inmediata de desastres naturales;
- III. **Registrar cada programa y proyecto de inversión en la cartera que integra la Secretaría, para lo cual se deberá presentar la evaluación costo y beneficio correspondiente**. Las dependencias y entidades deberán mantener actualizada la información contenida en la cartera. Sólo los programas y proyectos de inversión registrados en la cartera se podrán incluir en el proyecto de Presupuesto de Egresos. La Secretaría podrá negar o cancelar el registro si un programa o proyecto de inversión no cumple con las disposiciones aplicables, y

IV. Los programas y proyectos registrados en la cartera de inversión serán analizados por la Comisión Intersecretarial de Gasto Financiamiento, la cual determinará la **prelación para su inclusión en el proyecto de Presupuesto de Egresos**, así como el orden de su ejecución, **para establecer un orden de los programas y proyectos de inversión en su conjunto y maximizar el impacto que puedan tener para incrementar el beneficio social, observando principalmente los criterios siguientes:**

- a) **Rentabilidad socioeconómica;**
- b) Reducción de la pobreza extrema;
- c) Desarrollo Regional, y
- d) Concurrencia con otros programas y proyectos de inversión.

.....

Artículo 79.- El **Ejecutivo Federal**, por conducto de la Secretaría, con base en el Presupuesto de Egresos y sujetándose en lo conducente a los artículos 74 a 78 de esta Ley, **determinará la forma y términos en que deberán invertirse los subsidios que otorgue a las entidades federativas, a los municipios** y, en su caso, a los sectores social y privado.

Los beneficiarios a que se refiere el presente artículo deberán proporcionar a la Secretaría la información que se les solicite sobre la aplicación que hagan de los subsidios.

.....

A-2

**DISPOSICIONES DEL REGLAMENTO DE LA LEY FEDERAL DE
PRESUPUESTO Y RESPONSABILIDAD HACENDARIA ⁷¹**

Artículo 45. Los programas y proyectos de inversión deberán contar con un análisis costo y beneficio, elaborado conforme a los lineamientos que emita la Secretaría, que considere las alternativas que se hayan identificado para atender una necesidad específica o solucionar la problemática de que se trate, y deberá mostrar que dichos programas y proyectos son susceptibles de generar por sí mismos beneficios netos para la sociedad bajo supuestos y parámetros razonables, independientemente de cuál sea la fuente de los recursos con los que se financien.

⁷¹ *TEXTO VIGENTE. Última reforma publicada en el Diario Oficial de la Federación del 04 de septiembre de 2009.*

A-3
DISPOSICIONES DEL PRESUPUESTO DE EGRESOS DE LA FEDERACIÓN
PARA EL EJERCICIO FISCAL 2010 ⁷²

TÍTULO SEGUNDO
DEL FEDERALISMO

CAPÍTULO ÚNICO

**De los recursos federales transferidos a las entidades federativas,
a los municipios y a las demarcaciones territoriales del Distrito Federal.**

Artículo 8. El ejercicio de los recursos federales aprobados en este Presupuesto de Egresos para ser transferidos a las entidades federativas y, por conducto de éstas, a los municipios y a las demarcaciones territoriales del Distrito Federal, así como el de los recursos federales que se ejerzan de manera concurrente con recursos de dichos órdenes de gobierno, se sujetará a las disposiciones legales aplicables, al principio de anualidad y a lo siguiente:

.....

VIII. Los recursos federales vinculados con ingresos excedentes que, en los términos de las disposiciones aplicables, tengan como destino la realización de programas y proyectos de inversión en infraestructura y equipamiento de las entidades federativas, se sujetarán a las disposiciones aplicables del Fideicomiso para la Infraestructura en los Estados, FIES. En el caso de los subsidios que tengan el mismo destino, la Secretaría de Hacienda y Crédito Público podrá emitir las disposiciones correspondientes en términos de los artículos 34 y 79 de la Ley Federal de Presupuesto y Responsabilidad Hacendaria, y

.....

Artículo 43. Los recursos federales que se asignan en este Presupuesto de Egresos para el **Fondo Metropolitano** se distribuyen entre las zonas metropolitanas conforme a la asignación que se presenta en el Anexo 12 de este Decreto y se deberán aplicar, evaluar, rendir cuentas y transparentar en los términos de las disposiciones aplicables.

⁷² Decreto de Presupuesto de Egresos de la Federación para el ejercicio fiscal 2010, publicado en el Diario Oficial de la Federación del 7 de diciembre de 2009 (Tercera Sección).

Nota: Tradicionalmente se han venido estableciendo en los presupuestos de egresos de la federación, en el título correspondiente al Federalismo, este tipo de disposiciones.

Los recursos del Fondo Metropolitano se destinarán prioritariamente a estudios, planes, evaluaciones, programas, proyectos, acciones, obras de infraestructura y su equipamiento, en cualquiera de sus componentes, ya sean nuevos, en proceso, o para completar el financiamiento de aquellos que no hubiesen contado con los recursos necesarios para su ejecución; los cuales demuestren ser viables y sustentables, orientados a promover la adecuada planeación del desarrollo regional, urbano y del ordenamiento del territorio para impulsar la competitividad económica, la sustentabilidad y las capacidades productivas de las zonas metropolitanas, coadyuvar a su viabilidad y a mitigar su vulnerabilidad o riesgos por fenómenos naturales, ambientales y los propiciados por la dinámica demográfica y económica, así como a la consolidación urbana y al aprovechamiento óptimo de las ventajas competitivas de funcionamiento regional, urbano y económico del espacio territorial de las zonas metropolitanas.

Los estudios, planes, evaluaciones, programas, proyectos, acciones, obras de infraestructura y su equipamiento a los que se destinen los recursos federales del Fondo Metropolitano deberán estar relacionados directamente o ser resultado de la planeación del desarrollo regional y urbano, así como de los programas de ordenamiento de los asentamientos humanos en el territorio, por lo que deberán guardar congruencia con el Plan Nacional de Desarrollo 2007-2012 y con los programas en materia de desarrollo regional y urbano que se deriven del mismo, además de estar alineados con los planes estatales de desarrollo urbano y de los municipios comprendidos en la respectiva zona metropolitana.

Las decisiones sobre la asignación y aplicación de los recursos del Fondo Metropolitano deberán sujetarse para su financiamiento a criterios objetivos de evaluación de costo y beneficio, así como de impacto metropolitano, económico, social y ambiental, de acuerdo con las disposiciones del Fondo Metropolitano y las demás aplicables.

Para coadyuvar en la asignación, aplicación, seguimiento, evaluación, rendición de cuentas y transparencia de los recursos del Fondo Metropolitano, cada zona metropolitana deberá contar con un Consejo para el Desarrollo Metropolitano o un órgano equivalente y un fideicomiso de administración e inversión, en los términos que se establezcan en las disposiciones del Fondo Metropolitano y en las demás aplicables.

.....

TRANSITORIOS

DÉCIMO TERCERO. El presente Presupuesto incluye la cantidad de \$13,500,000,000.00, la cual se distribuirá a las entidades federativas, con base en el coeficiente derivado de la distribución del Fondo General de Participaciones publicada en la Cuenta Pública del ejercicio 2008.

Las entidades federativas deberán ajustarse en la solicitud, aplicación y rendición de cuentas de este subsidio, a las disposiciones aplicables al Fideicomiso para la Infraestructura en los Estados (FIES), pudiendo incluso destinar los recursos a programas y proyectos de inversión en infraestructura y equipamiento en proceso.

A-4
**DISPOSICIONES DE LOS LINEAMIENTOS PARA LA SOLICITUD,
TRANSFERENCIA Y APLICACIÓN DE LOS RECURSOS CORRESPONDIENTES
CON CARGO AL FIDEICOMISO PARA LA INFRAESTRUCTURA
EN LOS ESTADOS** ⁷³

.....

1. Para efectos de los presentes Lineamientos se entenderá por:

.....

II. **Entidades:** a los estados de la Federación y al Distrito Federal;

.....

VII. **Inversión en programas y proyectos de infraestructura y equipamiento:** a los recursos destinados a mantener e incrementar la capacidad productiva del sector público de las Entidades o al cumplimiento de las funciones públicas, a través de la construcción, reconstrucción, ampliación, conclusión, mantenimiento, conservación, mejoramiento y modernización de la infraestructura pública, así como a las erogaciones orientadas a la infraestructura para proporcionar e impulsar servicios sociales, desarrollo social, desarrollo urbano, rural y regional, seguridad pública, protección civil, investigación científica y desarrollo tecnológico, apoyo a las actividades económicas y adquisición de reservas territoriales necesarias para la construcción de infraestructura y las asociadas al ordenamiento y desarrollo rural, urbano y regional. Incluye el equipamiento necesario o relacionado directamente con dicha infraestructura, **otros gastos inherentes a la elaboración y evaluación de proyectos**, así como a la ejecución, supervisión y control de los proyectos u obras ejecutadas por contrato o administración, nuevas o en proceso;

.....

XVI. **Subsidios:** a las asignaciones de recursos federales previstas en el PEF que, a través de las dependencias y entidades, se otorgan a los diferentes sectores de la sociedad, a las Entidades o municipios y demarcaciones del Distrito Federal para fomentar el desarrollo de actividades sociales o económicas de interés general;

⁷³ Secretaría de Hacienda y Crédito Público. Diario Oficial de la Federación del miércoles 27 de agosto de 2008. (Primera Sección).

-
10. Los recursos entregados a las Entidades se regularizarán presupuestariamente en su oportunidad con cargo a los ingresos excedentes citados en los Lineamientos, en el Ramo General 23 Provisiones Salariales y Económicas. **Los recursos tendrán el carácter de subsidios**, de acuerdo con la LFPRH, el Reglamento y las demás disposiciones aplicables.
 11. Los recursos entregados se deberán destinar a gasto en programas y proyectos de inversión en infraestructura y equipamiento de las Entidades, ya sean nuevos o en proceso y que se ejecuten por contrato o por administración, en los ámbitos hidroagrícola; agropecuario; educación; salud; agua potable; drenaje y alcantarillado; saneamiento ambiental; electrificación; comunicaciones y transportes; desarrollo social; desarrollo urbano; desarrollo rural; desarrollo regional; caminos rurales y alimentadores; apoyo a la actividad económica; seguridad pública; protección civil; investigación científica y desarrollo tecnológico, entre otros.

Se incluyen también las erogaciones para pagar derechos de vía, y para la adquisición de reservas territoriales que procederán únicamente cuando se trate de acciones de ordenamiento, regulación, mejoramiento y desarrollo rural, urbano y regional, así como cuando sean necesarias para la construcción, ampliación o desarrollo de infraestructura y su equipamiento.

En la aplicación de los recursos para la inversión en infraestructura y equipamiento, se incluyen las siguientes acciones, de forma enunciativa y no limitativa:

- I. Erogaciones para la construcción, reconstrucción, ampliación, conclusión, mantenimiento, conservación, mejoramiento y modernización de la infraestructura citada, además de la adquisición de los bienes necesarios para el equipamiento de las obras generadas o adquiridas como, por ejemplo, las bombas de los sistemas de agua potable, o el equipo cultural, científico y tecnológico, en el caso de centros educativos y de salud, así como su equipamiento básico para operar, entre otros;
- II. **Erogaciones para la elaboración de proyectos ejecutivos, estudios de evaluación de costo beneficio, evaluación de impacto ambiental y otros estudios y evaluaciones similares;**
- III. Para los gastos indirectos, se podrá asignar hasta un dos por ciento del costo de la obra o proyecto programado en el ejercicio fiscal correspondiente, por

concepto de la supervisión y control de dichas obras, así como para gastos de inspección y vigilancia de las obras realizadas por administración directa, entre otros. En este último caso, los gastos respectivos serán equivalentes al 2 al millar del costo total de la obra o proyecto de infraestructura física. En este tipo de proyectos se deberá incluir el siguiente texto: “Los gastos indirectos no representan más del dos por ciento del costo de la obra o proyecto programado”, y

IV. Pago de la prima de aseguramiento de la infraestructura o equipamiento, o ambos de ser el caso, en los términos de las disposiciones aplicables, preferentemente en zonas de riesgo.

12. De acuerdo con el numeral anterior, **se deberá programar la aplicación de los recursos que se destinen a infraestructura física y equipamiento, con el objetivo de que el costo total o parcial de las obras o acciones de inversión sean recursos aplicados en el ejercicio fiscal al que correspondan los recursos**, de acuerdo con el numeral 2, fracción XII, de los Lineamientos, y en los términos de los numerales 41 y 42 de los mismos. **Para ello, son necesarios los proyectos ejecutivos; los estudios de preinversión que se requieran para definir la factibilidad técnica, económica, ecológica y social de los trabajos; las evaluaciones de costo-beneficio e impacto ecológico, según corresponda;** las autorizaciones respectivas; los derechos de vía, en su caso; la concertación con la ciudadanía, de ser procedente; así como las demás previsiones necesarias para el cumplimiento de las metas establecidas en los proyectos de inversión.

.....

14. **Las Entidades deberán observar las disposiciones federales correspondientes a la aplicación de los recursos federales que se ejerzan en el marco de convenios o mecanismos formales de coordinación específicos,** y podrán aplicar las disposiciones locales en los demás casos de asignación de los recursos, siempre y cuando no contravengan la legislación federal y corresponda a programas o proyectos de inversión en infraestructura y equipamiento.

.....

28. En el proceso para la aplicación y erogación de los recursos entregados a las Entidades, **será posible canalizar estos recursos a programas o proyectos de inversión y equipamiento que hayan sido realizados total o**

parcialmente durante el ejercicio fiscal correspondiente con recursos de las Entidades, ya sean **propios** (provenientes de participaciones, impuestos, derechos, productos y aprovechamientos locales, o financiamiento), **o** en los que se hayan incluido recursos **canalizados por el Gobierno Federal a través de convenios específicos, con recursos previstos en disposiciones fiscales, como por ejemplo, el Fondo de Aportaciones para el Fortalecimiento de las Entidades Federativas, y exclusivamente en lo que corresponda a inversión en infraestructura y equipamiento**. En estos casos, se deberá atender lo siguiente:

- I. Realizar detallada y completamente el registro y control correspondiente en materia documental, contable, financiera, administrativa, presupuestaria y de cualquier otro tipo que corresponda, en los términos de las disposiciones aplicables, que permitan acreditar y demostrar ante la autoridad federal o local, según su ámbito de competencia, que el origen, destino, aplicación, erogación, registro, documentación comprobatoria y rendición de cuentas, de forma plenamente transparente, corresponde a los recursos considerados en los Lineamientos;
- II. Las acciones relacionadas con los recursos que en los términos de este numeral las Entidades restituyan, reprogramen o reasignen en sus ingresos o egresos del ejercicio fiscal respectivo, como resultado de la aplicación de los recursos considerados, se deberán llevar a cabo con absoluto cumplimiento de las disposiciones aplicables, y rendir cuentas detalladas y transparentes de esas operaciones, con base en la justificación y la documentación comprobatoria que corresponda, a las instancias de control y fiscalización del ámbito federal y local, según su competencia, y
- III. En este tipo de operaciones **se deberá acreditar documental y objetivamente su contribución a la oportunidad y eficiencia en la ejecución de los programas y proyectos de inversión en infraestructura y equipamiento, el cumplimiento a las disposiciones aplicables, así como a la racionalidad en la ejecución de dichos programas y proyectos, considerando sus indicadores de resultados, impacto o costo beneficioso, o ambos, de ser necesario.**

.....

51. Para efectos de la transparencia y la rendición de cuentas, las Entidades deberán incluir en la presentación de su Cuenta Pública y en los informes

sobre el ejercicio del gasto público al poder legislativo correspondiente, la información relativa a la aplicación de los recursos que les fueron entregados. Asimismo, **promoverán la publicación de la información de los proyectos y acciones financiados, incluyendo los estudios de costo beneficio**, los avances físicos y financiero, en su página web, así como en otros medios accesibles al ciudadano, de conformidad con la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública Gubernamental. Por su parte, el Gobierno Federal incluirá, en los informes respectivos, los recursos entregados a las Entidades.

.....

A-5

DISPOSICIÓN DE LA LEY DE COORDINACIÓN FISCAL QUE POSIBILITA EL EMPLEO DE LOS RECURSOS DEL FAFEF PARA LA ELABORACIÓN Y EVALUACIÓN DE PROYECTOS ⁷⁴

Artículo 47. Los recursos del Fondo de Aportaciones para el Fortalecimiento de las Entidades Federativas se destinarán:

- I. A la inversión en infraestructura física, incluyendo la construcción, reconstrucción, ampliación, mantenimiento y conservación de infraestructura; así como la adquisición de bienes para el equipamiento de las obras generadas o adquiridas; infraestructura hidroagrícola, y **hasta un 3 por ciento del costo del programa o proyecto programado en el ejercicio fiscal correspondiente, para gastos indirectos por concepto de realización de estudios, elaboración y evaluación de proyectos, supervisión y control de estas obras de infraestructura;**

- II.

⁷⁴ *TEXTO VIGENTE Última reforma publicada en el Diario Oficial de la Federación del 24 de junio de 2009.*

A-6
LINEAMIENTOS PARA LA ELABORACIÓN Y PRESENTACIÓN DE LOS
ANÁLISIS COSTO Y BENEFICIO DE LOS PROGRAMAS Y PROYECTOS DE
INVERSIÓN ⁷⁵

Al margen un sello con el Escudo Nacional, que dice: Estados Unidos Mexicanos.-
Secretaría de Hacienda y Crédito Público.

CARLOS MONTAÑO FERNANDEZ, Titular de la Unidad de Inversiones de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público, con fundamento en los artículos 31 de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal; 1, 4, 34 y 109 de la Ley Federal de Presupuesto y Responsabilidad Hacendaria y 45, 46, 47 y 214 de su Reglamento, así como por el artículo 61 fracción II del Reglamento Interior de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público, y

CONSIDERANDO

Que derivado de las reformas a la Ley Federal de Presupuesto y Responsabilidad Hacendaria y a su Reglamento publicadas en el Diario Oficial de la Federación los días primero de octubre de 2007 y cinco de septiembre de 2007, respectivamente y que el Acuerdo por el que se expide el Manual de Normas Presupuestarias para la Administración Pública Federal quedó abrogado de conformidad con el segundo transitorio de dicho Reglamento;

Que el artículo 34 de la Ley Federal de Presupuesto y Responsabilidad Hacendaria establece el procedimiento que las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal deberán observar para la programación de los recursos destinados a programas y proyectos de inversión;

Que la fracción II del artículo mencionado en el considerando anterior establece que las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal deberán presentar a la Secretaría de Hacienda y Crédito Público la evaluación costo y beneficio de los programas y proyectos de inversión a su cargo, donde demuestren que dichos programas y proyectos son susceptibles de generar un beneficio social neto bajo supuestos razonables;

Que de conformidad con el artículo 45 del Reglamento de la Ley Federal de Presupuesto y Responsabilidad Hacendaria, los programas y proyectos de inversión deberán contar con un análisis costo y beneficio, que considere las alternativas

⁷⁵ *Diario Oficial de la Federación del 18 de marzo de 2008 (Primera Sección).*

que se hayan identificado para atender una necesidad específica o solucionar la problemática de que se trate y deberá mostrar que son susceptibles de generar beneficios netos para la sociedad bajo supuestos y parámetros razonables, independientemente de su fuente de financiamiento;

Que el artículo 214 del Reglamento ordenamiento citado en el considerando anterior, señala que las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal que coordinen fideicomisos, mandatos o análogos, o que con cargo a su presupuesto se aporten recursos presupuestarios, y tengan por objeto realizar o financiar programas y proyectos de inversión, serán responsables de elaborar el análisis costo y beneficio para dichos programas y obtener su registro en la Cartera, de conformidad con los lineamientos que emita la Secretaría de Hacienda y Crédito Público; y

Que a efecto de que las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal cuenten con elementos y referencias útiles para la elaboración de los análisis costo y beneficio de los programas y proyectos de inversión a su cargo, he tenido a bien expedir los siguientes:

LINEAMIENTOS PARA LA ELABORACIÓN Y PRESENTACIÓN DE LOS ANÁLISIS COSTO Y BENEFICIO DE LOS PROGRAMAS Y PROYECTOS DE INVERSIÓN

Sección I

Definiciones

1. Para efectos de estos Lineamientos, se entenderá por:
 - i. Análisis costo y beneficio: la evaluación de los programas y proyectos de inversión a que se refiere el artículo 34, fracción II de la Ley Federal de Presupuesto y Responsabilidad Hacendaria, y que considera los costos y beneficios directos e indirectos que los programas y proyectos generan para la sociedad.
 - ii. Oferta: Se refiere a la capacidad de producción, suministro y/o cantidad disponible de bienes o servicios.
 - iii. Demanda: Cantidad requerida de bienes o servicios.
 - iv. Cartera: los Programas y Proyectos de Inversión de conformidad con lo establecido en los artículos 34, fracción III, de la Ley Federal de

Presupuesto y Responsabilidad Hacendaria y 46 del Reglamento de la Ley Federal de Presupuesto y Responsabilidad Hacendaria.

- v. Costo total: la suma del monto total de inversión, los gastos de operación y mantenimiento, y otros costos y gastos asociados a los programas y proyectos de inversión;
- vi. Evaluación socioeconómica: Es la evaluación del proyecto desde el punto de vista de la sociedad en su conjunto; para conocer el efecto neto de los recursos utilizados en la producción de los bienes o servicios sobre el bienestar de la sociedad. Dicha evaluación debe incluir todos los factores del proyecto, es decir, sus costos y beneficios independientemente del agente que los enfrente. Ello implica considerar adicionalmente a los costos y beneficios monetarios, las externalidades y los efectos indirectos e intangibles que se deriven del proyecto.
- vii. Evaluación Financiera: Es aquella que permite determinar si el proyecto es capaz de generar un flujo de recursos positivos para hacer frente a todas las obligaciones del proyecto y alcanzar una cierta tasa de rentabilidad esperada.

Bajo esta perspectiva se deben incluir todos los costos y beneficios privados que genera el proyecto, incluidos los costos financieros por préstamos de capital, pago de impuestos e ingresos derivados de subsidios recibidos. Los precios empleados son los de mercado.
- viii. Ley: Ley Federal de Presupuesto y Responsabilidad Hacendaria.
- ix. Ley de Transparencia: la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública Gubernamental.
- x. Memoria de Cálculo: Hoja de cálculo electrónica donde se incluyan los datos, parámetros, fórmulas y cálculos para sustentar la información presentada en el análisis costo y beneficio.
- xi. Monto total de inversión: el total de gasto de capital que se requiere para la realización de un programa o proyecto de inversión. Incluye tanto los recursos fiscales presupuestarios y propios, como los de otras fuentes de financiamiento, tales como las aportaciones de las entidades federativas y los municipios y las de inversionistas privados, fideicomisos públicos, crédito externo, y otros.

- xii.** Reglamento: Reglamento de la Ley Federal de Presupuesto y Responsabilidad Hacendaria.
- xiii.** PIPP: el sistema del Proceso Integral de Programación y Presupuesto.
- xiv.** Precios sociales: los valores que reflejan el costo de oportunidad para la sociedad de utilizar un bien o servicio y que pueden diferir de los precios de mercado, como por ejemplo el precio social de la mano de obra, del capital y del tiempo.
- xv.** Programas y proyectos de inversión: los conjuntos de obras y acciones que llevan a cabo las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal para la construcción, ampliación, adquisición, modificación, mantenimiento o conservación de activos fijos, con el propósito de solucionar una problemática y que generan beneficios y costos a lo largo del tiempo.
- xvi.** Proyectos de inversión: las acciones que implican erogaciones de gasto de capital destinadas a obra pública en infraestructura, así como la construcción, adquisición y modificación de inmuebles, las adquisiciones de bienes muebles asociadas a estos proyectos, y las rehabilitaciones que impliquen un aumento en la capacidad o vida útil de los activos de infraestructura e inmuebles.
- xvii.** Programas de inversión: las acciones que implican erogaciones de gasto de capital no asociadas a proyectos de inversión.
- xviii.** Secretaría: la Secretaría de Hacienda y Crédito Público.
- xix.** Unidad de Inversiones: la Unidad de Inversiones de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público.

Sección II

Tipos de proyectos y programas de inversión

- 2.** Los proyectos de inversión se clasifican en los siguientes tipos:
 - i.** Proyectos de infraestructura económica, cuando se trate de la construcción, adquisición y ampliación de activos fijos para la producción de bienes y servicios en los sectores de agua, comunicaciones y transportes,

electricidad, hidrocarburos y turismo. Bajo esta denominación, se incluyen todos los proyectos de infraestructura productiva de largo plazo a que se refieren los artículos 18, tercer párrafo, de la Ley General de Deuda Pública y 32, segundo párrafo, de la Ley Federal de Presupuesto y Responsabilidad Hacendaria, así como los de rehabilitación y mantenimiento cuyo objeto sea incrementar la vida útil o capacidad original de los activos fijos destinados a la producción de bienes y servicios de los sectores mencionados;

- ii. Proyectos de infraestructura social, cuando se trate de la construcción, adquisición y ampliación de activos fijos para llevar a cabo funciones en materia de educación, ciencia y tecnología, cultura, deporte, salud, seguridad social, urbanización, vivienda y asistencia social;
 - iii. Proyectos de infraestructura gubernamental, cuando se refieran a la construcción, adquisición y ampliación de activos fijos para llevar a cabo funciones de gobierno, tales como seguridad nacional, seguridad pública y procuración de justicia, entre otras, así como funciones de desarrollo económico y social distintas a las señaladas en las fracciones anteriores. Esta fracción no incluye los proyectos de inmuebles destinados a oficinas administrativas, mismos que están comprendidos en la fracción iv de este numeral;
 - iv. Proyectos de inmuebles, cuando se refieran a la construcción, adquisición y ampliación de inmuebles destinados a oficinas administrativas, incluyendo las operaciones que se realicen bajo el esquema de arrendamiento financiero, y
 - v. Otros proyectos de inversión, cuando se trate de aquellos que no estén identificados en las fracciones anteriores.
3. Los programas de inversión se clasifican en los siguientes tipos:
- i. Programas de adquisiciones, cuando se trate de la compra de bienes muebles, tales como vehículos, mobiliario para oficinas, bienes informáticos y equipo diverso, entre otros, que no estén asociados a proyectos de inversión;
 - ii. Programas de mantenimiento, tratándose de acciones cuyo objeto sea conservar o mantener los activos existentes en condiciones adecuadas de operación y que no implican un aumento en la vida útil o capacidad

original de dichos activos para la producción de bienes y servicios. Estas acciones incluyen reparaciones y remodelaciones de activos fijos y bienes inmuebles aun cuando se trate de obra pública o se asocien a ésta;

- iii. Estudios de preinversión, cuando se trate de estudios que sean necesarios para que una dependencia o entidad tome la decisión de llevar a cabo un programa o proyecto de inversión. Los estudios que se realicen con posterioridad a la decisión de ejecutar un programa o proyecto deberán considerarse dentro del monto total de inversión del mismo, y
- iv. Otros programas de inversión, cuando se trate de acciones que impliquen erogaciones de gasto de capital no identificadas en las fracciones anteriores.

Sección III

Tipos de análisis costo y beneficio

- 4. Se establecen los siguientes tipos de análisis costo y beneficio que serán aplicables a los programas y proyectos de inversión que consideren realizar las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal:
 - i. Análisis costo-beneficio;
 - ii. Análisis costo-beneficio simplificado;
 - iii. Análisis costo-eficiencia, y
 - iv. Justificación económica.

Sección IV

Del análisis costo-beneficio y su contenido

- 5. El análisis costo-beneficio consistirá en una evaluación del proyecto a un nivel de prefactibilidad, conforme a lo señalado en el Anexo 1, y deberá estar sustentado con información confiable y precisa que permita incorporar una cuantificación en términos monetarios de los beneficios y costos en forma detallada.
- 6. El análisis costo-beneficio se aplicará en los siguientes casos:

-
- i. Para los programas y proyectos de inversión con monto total de inversión mayor a 150 millones de pesos;
 - ii. Para los proyectos de infraestructura productiva de largo plazo, y
 - iii. Para aquellos programas y proyectos de inversión que así lo determine la Secretaría, a través de la Unidad de Inversiones, independientemente de su monto total de inversión.
7. En el caso de los proyectos de infraestructura económica, así como de aquellos otros que por sus características determine la Unidad de Inversiones, el análisis costo-beneficio se acompañará de una manifestación del administrador del proyecto o del área competente de la dependencia o entidad, de que éste es factible técnica, legal y ambientalmente.
8. El análisis costo-beneficio deberá contener lo siguiente:

- i. Resumen ejecutivo

El resumen ejecutivo deberá presentar la visión global del proyecto, describiendo brevemente sus aspectos más relevantes. Se explicará en forma concisa, la problemática que se pretende resolver o las necesidades a cubrir; las principales características del proyecto, las razones por las que la alternativa elegida es la más conveniente; el monto de inversión y sus principales componentes, los indicadores de rentabilidad y los riesgos asociados a su ejecución.

- ii. Situación sin proyecto y posibles soluciones

En esta sección se deberá presentar lo siguiente:

- a) Diagnóstico de la situación actual que motiva la realización del proyecto, resaltando la problemática que se pretende resolver;
- b) Descripción de la situación actual optimizada, la cual detallará las acciones que llevarían a cabo las dependencias o entidades en caso de que el proyecto no se realice. El efecto de las medidas de optimización deberá proyectarse a lo largo del horizonte de evaluación, con el fin de asegurar que en ésta solamente se consideren los costos y beneficios atribuibles a la realización del proyecto;

- c)** Análisis de la Oferta y Demanda de la situación sin proyecto. Se deberá incluir una estimación de la Oferta, Demanda y, en su caso, precios a lo largo del horizonte de evaluación, explicando su comportamiento y su evolución, señalando la metodología y los supuestos utilizados, así como la justificación de los mismos, y
- d)** Alternativas de solución. Se deberán describir las alternativas que pudieran resolver la problemática señalada, identificando y explicando sus características técnicas, económicas, así como las razones por las que no fueron seleccionadas.

Para efectos de este inciso, no se considera como alternativa de solución diferente, la comparación entre distintos proveedores del mismo bien o servicio.

iii. Descripción del proyecto

En esta sección se deberán señalar las características más importantes del proyecto de inversión, incluyendo lo siguiente:

- a)** Objetivo, es la descripción de cómo el proyecto contribuye a la consecución de los objetivos y estrategias establecidos en el Plan Nacional de Desarrollo y los programas sectoriales, regionales y especiales, así como al mecanismo de planeación al que hace referencia al artículo 34 fracción I de la Ley;
- b)** Propósito, es el resultado inmediato o consecuencia directa que se espera lograr con la ejecución del proyecto y que contribuirá a alcanzar el objetivo a que se refiere el inciso anterior, por ejemplo, ahorros en tiempos en el caso de una carretera o aumento en la cobertura del servicio en el caso de líneas de distribución eléctrica;
- c)** Componentes, indicar el número, tipo y principales características de los activos que resultarían de la realización del proyecto, tales como edificios, caminos, plantas productivas, redes, mobiliario y equipamiento, o servicios, los cuales son necesarios para alcanzar el propósito del mismo;
- d)** Calendario de actividades, programación de las principales acciones que se requieren para generar los componentes del proyecto;

-
- e) Tipo de proyecto o programa, justificación conforme al numeral 2 de estos Lineamientos;
 - f) Localización geográfica, dónde se desarrollará el proyecto, así como su zona de influencia;
 - g) Vida útil del programa o proyecto y su horizonte de evaluación;
 - h) Capacidad instalada que se tendría y su evolución en el horizonte de evaluación del proyecto;
 - i) Metas anuales y totales de producción de bienes y servicios cuantificadas en el horizonte de evaluación;
 - j) Beneficios anuales y totales en el horizonte de evaluación, identificar, describir, cuantificar y valorar la generación de ingresos o la obtención de ahorros derivados del proyecto de forma desagregada incluyendo los supuestos y fuentes empleadas para su cálculo;
 - k) Una descripción de los aspectos más relevantes de las evaluaciones técnica, legal y ambiental del proyecto;
 - l) El avance en la obtención de los derechos de vía, manifestación de impacto ambiental, cambio de uso de suelo y cualquier otro trámite previo, en el caso de proyectos que requieran contar con ellos;
 - m) El costo total del proyecto, considerando por separado las erogaciones a realizar tanto en la etapa de ejecución como en la de operación:
 - m.1) Para la etapa de ejecución, el calendario de inversiones por año y la distribución del monto total de inversión en los componentes del proyecto o en sus principales rubros, y
 - m.2) Para la etapa de operación, la distribución de las erogaciones a realizar en sus principales rubros;
 - n) Las fuentes de recursos, su calendarización estimada y su distribución entre recursos públicos (federales, estatales y municipales) y privados;
-

- o) Supuestos técnicos y socio-económicos, señalando los más importantes para efectos de la evaluación, tales como factor de planta, rendimiento por hectárea, variación del Producto Interno Bruto, crecimiento de la población, tipo de cambio, costo de los combustibles, precios de los productos, entre otros.
- p) Infraestructura existente y proyectos en desarrollo que podrían verse afectados por la realización del proyecto.

iv. Situación con proyecto

En esta sección se deberá considerar el impacto que tendría sobre el mercado la realización del proyecto. Para dicho análisis deberá compararse la situación actual optimizada con la situación con proyecto, de tal manera que se identifiquen los impactos atribuibles al proyecto exclusivamente, mismos que deberán reflejarse en el flujo de costos y beneficios. Este análisis deberá comparar las estimaciones de la Oferta y Demanda incluidas en el punto ii con las estimadas en la situación con proyecto.

v. Evaluación del proyecto

En esta sección se deberán identificar y cuantificar en términos monetarios los costos y beneficios del proyecto, así como el flujo de los mismos a lo largo del horizonte de evaluación, con objeto de mostrar que el proyecto es susceptible de generar, por sí mismo, beneficios netos para la sociedad bajo supuestos razonables.

En la evaluación del proyecto se deberán tomar en cuenta los efectos directos e indirectos, incluyendo, en su caso, las externalidades y los efectos intangibles, derivados de su realización sobre el mercado relevante, los mercados relacionados de bienes y servicios, y otros agentes económicos, a fin de determinar su impacto final sobre la sociedad.

Se deberán presentar los indicadores de rentabilidad que resulten del flujo neto de costos y beneficios del proyecto; así como el cálculo del Valor Presente Neto (VPN), la Tasa Interna de Retorno (TIR) y, en el caso de proyectos cuyos beneficios sean crecientes en el tiempo, la Tasa de Rendimiento Inmediato (TRI).

Los indicadores de rentabilidad se calcularán de conformidad con las fórmulas contenidas en el Anexo 1.

vi. Análisis de sensibilidad y riesgos

Mediante este análisis, se deberán identificar los efectos que ocasionaría la modificación de las variables relevantes sobre los indicadores de rentabilidad del proyecto, esto es, el VPN, la TIR y, en su caso, la TRI. Entre otros aspectos, deberá considerarse el efecto derivado de variaciones porcentuales en: el monto total de inversión, los costos de operación y mantenimiento, los beneficios, en la demanda, el precio de los principales insumos y los bienes y servicios producidos, etc; asimismo, se deberá señalar la variación porcentual de estos rubros con la que el VPN sería igual a cero.

Finalmente, se deberán considerar los riesgos asociados tanto en la etapa de ejecución del proyecto como en su operación que puedan afectar su viabilidad y rentabilidad.

vii. Conclusiones

Exponer de forma clara y precisa los argumentos por los cuales el proyecto debe realizarse.

Sección V

Del análisis costo-beneficio simplificado y su contenido

- 9.** El análisis costo-beneficio simplificado deberá contener los mismos elementos y apartados que los descritos en el numeral 8, así como la manifestación a que se refiere el numeral 7. Dicho análisis consistirá en una evaluación a nivel mínimo de perfil, que se elaborará con la información disponible con que cuente la dependencia o entidad correspondiente, conforme a lo señalado en el Anexo 1.
- 10.** El análisis costo-beneficio simplificado se aplicará en los siguientes casos:
- i.** Los programas y proyectos de inversión cuyo monto total de inversión sea mayor a 20 millones de pesos y de hasta 150 millones de pesos;
 - ii.** Los programas de adquisiciones a que se refiere la fracción i del numeral 3 de estos Lineamientos, que representen una erogación mayor a 50 millones de pesos.

- iii. Los programas de inversión a que se refiere la fracción iv del numeral 3 de estos Lineamientos, cuyo monto total de inversión sea mayor a 20 millones de pesos.

Sección VI

Del análisis costo-eficiencia y su contenido

- 11. El análisis costo-eficiencia se aplicará en los siguientes casos:
 - i. Los programas y proyectos de inversión en los que los beneficios no sean cuantificables;
 - ii. Los programas y proyectos de inversión en los que los beneficios sean de difícil cuantificación, es decir, cuando no generan un ingreso o un ahorro monetario y se carezca de información para hacer una evaluación adecuada de los beneficios no monetarios.
 - iii. Los programas y proyectos de inversión que respondan a motivos de seguridad nacional;
 - iv. Los proyectos de infraestructura social y gubernamental cuyo monto total de inversión sea mayor a 20 millones de pesos y de hasta 150 millones de pesos.
 - v. Los programas de mantenimiento cuyo monto total de inversión sea mayor a 150 millones de pesos.

- 12. El contenido del documento donde se presente el análisis costo-eficiencia será el mismo que se señala en el numeral 8 de estos Lineamientos, excepto por lo que se refiere a la cuantificación de los beneficios y, por lo tanto, al cálculo de los indicadores de rentabilidad. Adicionalmente, en el análisis costo-eficiencia se deberá incluir la evaluación de, al menos, una segunda alternativa de programa o proyecto, de manera que se muestre que la alternativa elegida es la más conveniente en términos de costos. Para ello, se deberán comparar las opciones calculando el Costo Anual Equivalente (CAE), conforme a la fórmula que se especifica en el Anexo 1.

Para efectos de este numeral, no se considera como alternativa diferente, la comparación entre distintos proveedores del mismo bien o servicio.

13. Cuando el monto total de inversión del programa o proyecto sea mayor a 150 millones de pesos, el análisis costo-eficiencia se realizará a nivel de prefactibilidad, mientras que cuando sea de hasta 150 millones de pesos se deberá presentar a nivel de perfil, de conformidad con las definiciones establecidas en el Anexo 1.
14. En el caso a los que se refieren los incisos i y ii del numeral 11, el análisis costo-eficiencia deberá acompañarse de una justificación que lo sustente. La Secretaría, por conducto de la Unidad de Inversiones, podrá solicitar la presentación de un análisis costo-beneficio o costo-beneficio simplificado, según corresponda. En cualquier caso se deberán señalar a nivel cualitativo cuáles son los beneficios del programa o proyecto.

Sección VII

De la justificación económica y su contenido

15. La justificación económica consistirá en una descripción detallada del problema a resolver con el programa o proyecto de inversión, así como las razones para elegir la solución presentada.
16. La justificación económica se aplicará en los siguientes casos:
 - i. Los programas y proyectos de inversión cuyo monto total de inversión sea de hasta 20 millones de pesos;
 - ii. Los programas de adquisiciones que signifiquen una erogación de hasta 50 millones de pesos;
 - iii. Los programas de mantenimiento menores a 150 millones de pesos, y
 - iv. Los estudios de preinversión, independientemente de su monto total de inversión.
17. El documento que se presente con la justificación económica deberá contener los siguientes elementos:
 - i. Tipo de programa o proyecto, de conformidad con lo establecido en los numerales 2 y 3 de estos Lineamientos, y la localización geográfica donde se desarrollará el proyecto y, en su caso, su zona de influencia;

- ii. Monto total de inversión y calendario de inversiones por año, identificando los componentes del programa o proyecto o sus principales rubros;
- iii. Fuentes de recursos;
- iv. La situación actual, donde se identifique el problema que requiere ser solucionado con el programa o proyecto de inversión;

Adicionalmente, en la situación actual se deberá incluir una descripción del estado de los bienes y equipos de la dependencia o entidad que serán sustituidos, señalando su cantidad, antigüedad y estado actual;

- v. Alternativas de solución a la problemática, describiendo en qué consiste cada una de ellas e identificando sus ventajas y desventajas frente a las otras. No se considerará como alternativa de solución válida permanecer en la situación actual;
- vi. Dentro de las alternativas señaladas, las razones por las que se eligió la solución más viable técnica y económicamente;
- vii. Componentes, indicar el número, tipo y principales características de los activos que resultarían de la realización del proyecto, tales como edificios, caminos, plantas productivas, redes, mobiliario y equipamiento, o servicios. Se debe presentar un listado de los componentes del programa o proyecto con sus costos estimados.

En el caso de los estudios de preinversión a que se refiere la fracción iii del numeral 3 de estos Lineamientos, el documento debe contener la información señalada en las fracciones i a iv de este numeral, junto con la vigencia del estudio y una descripción de los estudios a realizar así como cualquier otra información que en su caso solicite la Unidad de Inversiones.

Sección VIII

De la identificación de los programas de adquisiciones

- 18. Al definir sus programas de adquisiciones, las dependencias y entidades deberán considerar la naturaleza de los bienes que se adquieren, sin combinar adquisiciones de naturalezas distintas.
- 19. Las dependencias y entidades podrán consolidar sus adquisiciones de una misma naturaleza, aun cuando las realicen diversas unidades responsables. Por

ejemplo, podrán integrar sus adquisiciones de equipo informático o de vehículos para uso administrativo en un solo programa para cada uno de estos conceptos, sin importar que el presupuesto provenga de distintas unidades responsables.

20. En casos excepcionales, debidamente justificados, se podrán incluir bienes de naturalezas distintas en un solo programa cuyo monto total no rebase 20 millones de pesos.
21. En materia de adquisiciones, las dependencias y entidades deberán manifestar de manera expresa, en el análisis costo y beneficio correspondiente, que cumplen con las disposiciones vigentes en materia de austeridad y disciplina presupuestaria.

Sección IX **Disposiciones generales**

22. Para el caso de proyectos de infraestructura productiva de largo plazo y los de adquisición por arrendamiento financiero, se deberá presentar una evaluación financiera, mostrando en términos de valor presente, los ingresos generados o los ahorros obtenidos y las erogaciones del proyecto para la dependencia o entidad que lo realiza.
23. Conforme a lo previsto en el segundo párrafo del artículo 47 del Reglamento, las dependencias y entidades deberán actualizar el análisis costo y beneficio cuando se modifique el alcance del programa o proyecto de inversión. Se considera que un programa o proyecto de inversión ha modificado su alcance, cuando se presente alguna de las siguientes condiciones:
 - a) Variación en el monto total de inversión de conformidad con los siguientes porcentajes:

Monto total de inversión	Porcentaje de variación
Hasta mil millones de pesos	25%
Superior a mil millones y hasta 10 mil millones de pesos	15%
Mayor a 10 mil millones de pesos	10%

- b) Modificación en el tipo de inversión, cuando el programa o proyecto de inversión presente un cambio total en la modalidad de financiamiento señalado en el segundo párrafo del artículo 46 del Reglamento.

- c) Modificación en el tipo de programa o proyecto de inversión, cuando el programa o proyecto presente un cambio de conformidad con los programas y proyectos de inversión establecidos en la sección II de los presente Lineamientos.
24. A fin de cumplir con lo establecido en el artículo 109 de la Ley, en la Ley de Transparencia y demás disposiciones en la materia, los análisis costo y beneficio se difundirán por medios electrónicos a través de la página de Internet de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público.
25. En caso de que exista información considerada por la dependencia o entidad como de carácter reservado, además de presentar la versión completa del análisis costo y beneficio en términos de estos Lineamientos, la dependencia o entidad deberá presentar una segunda versión del análisis costo y beneficio que excluya la información reservada en términos de la Ley de Transparencia y demás disposiciones en la materia. Las dependencias y entidades no podrán argumentar que el total del contenido del análisis costo y beneficio es considerado como información reservada.
26. El análisis costo y beneficio no se requerirá cuando se trate de programas y proyectos de inversión que se deriven de la atención prioritaria e inmediata de desastres naturales, conforme a lo establecido en el Art. 42, fracción II, de la Ley de Obras Públicas y Servicios Relacionados con las Mismas y el Art. 41, fracción II, de la Ley de Adquisiciones, Arrendamientos y Servicios del Sector Público y fracción II del artículo 34 de la Ley.
27. Los beneficios y costos se expresarán en términos reales, esto es, descontando el efecto causado por la inflación. Para ello, en el caso de los análisis costo y beneficio de proyectos por iniciar, los beneficios y costos se expresarán a precios del año en el que se solicita el registro en la Cartera, mientras que en el caso de proyectos ya iniciados para los cuales se requiera la actualización del análisis costo y beneficio, se deberá utilizar la información en términos reales sobre erogaciones realizadas que se haya reportado a través del PIPP para efectos del seguimiento del ejercicio de dichos proyectos. El deflactor a emplearse deberá ser el correspondiente al Producto Interno Bruto.
28. La tasa social de descuento que se deberá utilizar en el análisis costo y beneficio será 12 por ciento anual en términos reales.
29. Adicionalmente, las dependencias y entidades procurarán utilizar otros precios sociales, como los de la mano de obra, el tiempo y la divisa, en las

-
- evaluaciones costo-beneficio, costo-beneficio simplificado y costo-eficiencia que realicen, así como incorporar la cuantificación, cuando sea posible, de las externalidades positivas o negativas que genere el programa o proyecto. La Unidad de Inversiones podrá solicitar que, por sus características, un programa o proyecto sea evaluado utilizando precios sociales, en cuyo caso deberá determinar los parámetros correspondientes.
30. Cuando en la cuantificación monetaria de beneficios y costos se utilicen precios de mercado, éstos serán netos de impuestos y subsidios, es decir, a los precios de mercado se les restarán los impuestos y se les sumarán los subsidios.
 31. El envío del análisis costo y beneficio deberá realizarse a través del Módulo de Cartera del PIPP.
 32. Las dependencias y entidades deberán anexar la memoria de cálculo y todos aquellos documentos que sustenten el análisis costo y beneficio.
 33. La Secretaría, a través de la Unidad de Inversiones, a su juicio y considerando las características técnicas y económicas, así como el impacto social de un programa o proyecto de inversión, podrá requerir un cambio en el tipo de análisis costo y beneficio dentro de los establecidos en los presentes Lineamientos.
 34. Las dependencias y entidades deberán informar a la Unidad de Inversiones a través del PIPP, las variaciones en la modalidad de financiamiento señalado en el segundo párrafo del artículo 46 del Reglamento de la Ley.

TRANSITORIOS

PRIMERO. Los presentes Lineamientos entrarán en vigor a los veinte días siguientes al de su publicación en el Diario Oficial de la Federación.

SEGUNDO. A partir de la fecha señalada en el Transitorio anterior, se dejan sin efectos los “Lineamientos para la elaboración y presentación de los análisis costo y beneficio de los programas y proyectos de inversión” emitidos por la Unidad de Inversiones mediante oficio 400.1.410.05.064 del 20 de diciembre de 2005.

Dado en la Ciudad de México, a diez de marzo de dos mil ocho.- El Titular de la Unidad de Inversiones, **Carlos Montaña Fernández**.- Rúbrica.

Anexo 1

Niveles de evaluación e indicadores de rentabilidad

- A. Para efectos de lo establecido en los numerales 5, 9 y 13 de los Lineamientos, las evaluaciones a nivel de perfil y prefactibilidad se definen de la siguiente manera:

Evaluación a nivel de perfil: evaluación de un programa o proyecto de inversión en la que se utiliza la información disponible con que cuenta la dependencia o entidad, incluyendo la experiencia derivada de proyectos realizados y el criterio profesional de los evaluadores. También se puede utilizar información proveniente de revistas especializadas, libros en la materia, artículos, estudios similares, estadísticas e información histórica, así como experiencias de otros países y gobiernos. Para este tipo de evaluación, la información a utilizar, para efectos de la cuantificación y valoración de los costos y beneficios, puede no ser muy precisa; sin embargo, debe permitir el cálculo de indicadores de rentabilidad.

Evaluación a nivel de prefactibilidad: evaluación de un programa o proyecto de inversión en la que se utiliza, además de los elementos considerados en la evaluación a nivel de perfil, información de estudios técnicos, cotizaciones y encuestas elaborados especialmente para llevar a cabo la evaluación de dicho programa o proyecto. La información utilizada para este tipo de evaluación debe ser más detallada y precisa, especialmente por lo que se refiere a la cuantificación y valoración de los costos y beneficios.

- B. Las fórmulas para el cálculo de los indicadores de rentabilidad a que se hace referencia en los numerales 8 y 12 de los Lineamientos, son:

1. Valor Presente Neto (VPN):

$$VPN = \sum_{t=0}^n \frac{(B_t - C_t)}{(1 + r)^t}$$

donde:

B_t = beneficios totales en el año t

C_t = costos totales en el año t

B_t - C_t = Flujo neto en el año t

r = tasa social de descuento.

n = número de años del horizonte de evaluación.

t = año calendario, en donde el año 0 será el del inicio de las erogaciones.

2. Tasa Interna de Retorno (TIR):

La TIR es el valor de la tasa de descuento que hace que el VPN sea igual a cero.

$$\sum_{t=0}^n \frac{(B_t - C_t)}{(1 + TIR)^t} = 0$$

3. Tasa de Rendimiento Inmediato (TRI):

$$TRI = \frac{(B_{t+1} - C_{t+1})}{I_t}$$

donde:

B_{t+1} = beneficio total en el año t+1

C_{t+1} = costo total en el año t+1

I_t = monto total de inversión valuado al año t (inversión acumulada hasta el periodo t)

t = año anterior al primer año de operación

t+1 = primer año de operación

El momento óptimo para la entrada en operación de un proyecto cuyos beneficios son crecientes en el tiempo es el primer año en que la TRI es igual o mayor que la tasa social de descuento.

Por ejemplo, si el año t es el primero donde la TRI es igual o mayor que 12 por ciento, el año t es el momento óptimo de entrada en operación del proyecto. A su vez, esto implica que, si el periodo de construcción (etapa de ejecución) es de z años, el momento óptimo para iniciar la construcción es el año t-z.

4. Costo Anual Equivalente (CAE):

$$CAE = (VPC) \left[\frac{r(1+r)^m}{(1+r)^m - 1} \right]$$

donde:

m = número de años de vida útil del activo

VPC = valor presente del costo total del proyecto (esto es, monto total de inversión, gastos de operación y mantenimiento y otros gastos asociados) y se calcula de la siguiente manera:

$$VPC = \sum_{t=0}^n \frac{C_t}{(1+r)^t}$$

- C_t = costos totales en el año t
r = tasa social de descuento
t = año calendario, en donde el año 0 será el del inicio de las erogaciones.
n = número de años del horizonte de evaluación.

La alternativa más conveniente será aquella con el menor CAE. Si la vida útil de los activos bajo las alternativas analizadas es la misma, la comparación entre éstas se realizará únicamente a través del valor presente de los costos de las alternativas.

BIBLIOGRAFÍA

ADMINISTRACIÓN Y DESARROLLO No. 33. “La Educación y el Recurso Humano en los Procesos de Modernización y Desarrollo”, Por: Alberto Gómez Cruz. Colombia, diciembre de 1993. P.p. 83-89.

CASTAÑEDA ORTEGA, Ramón y GUTIÉRREZ BARBOSA, Guillermo; Análisis de Inversiones en Servicios Públicos Locales (Municipales y Estatales). INDETEC. México, 1998.

CASTAÑEDA ORTEGA, Ramón; La Inversión Pública Estatal: Su Normatividad, Alternativas de Financiamiento y el Análisis de su Rentabilidad Socioeconómica. INDETEC. México, 1998.

COLECCIÓN DE GUÍAS DE LA ADMINISTRACIÓN PÚBLICA MUNICIPAL de Coordinación Estatal de Desarrollo Municipal, del Estado de Querétaro.

Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos. TEXTO VIGENTE. Última reforma publicada en Diario Oficial de la Federación del 24 de agosto del 2009.

DEPARTAMENTO DE INVERSIONES DEL MINISTERIO DE PLANIFICACION Y COOPERACION (MIDEPLAN); Inversión Pública, Eficiencia y Equidad. Santiago de Chile, 1992.

DEPARTAMENTO DE INVERSIONES DEL MINISTERIO DE PLANIFICACION Y COOPERACION (MIDEPLAN); Preparación y Presentación de Proyectos. Santiago de Chile, 1993.

Derechos por Servicios de Recolección de Desechos Sólidos Política y Estructura Tarifaria. INDETEC, 1994.

FEDERALISMO Y DESARROLLO No. 47 enero-febrero 1995; La Administración Ambiental Municipal. “Consideraciones ambientales del servicio de alumbrado público”. P.p. 58-60.

FEDERALISMO Y DESARROLLO No. 51. “Programa de Mejoramiento de los sistemas de Alumbrado Público Municipal”. BANOBRAS, septiembre-octubre de 1995. P.p. 99-100.

FEDERALISMO Y DESARROLLO No. 53. BANOBRAS enero-febrero-marzo de 1996. “Fundamentación y balance de la aplicación del Plan de contingencias Atmosféricas”. Enero de 1996. Pág. 68.

FERRA, Coloma; “Material Docente para el uso Exclusivo del Módulo de Evaluación Social de Proyectos” para el primer curso intensivo de Postgrado en Preparación y Evaluación de Proyectos en el contexto del Sistema Nacional de Inversiones Públicas de Bolivia, Ministerio de Planeamiento y Coordinación. Bolivia, 1990.

Fideicomiso para el Ahorro de Energía Eléctrica (FIDE); en <http://www.fide.org.mx/municipales/alumbrado.html>

FONTAINE, Ernesto R.; Evaluación Social de Proyectos. 9ª Edición. Ediciones Universidad Católica de Chile, 1993.

GARCIA RAMOS, Domingo. "La Vialidad", en Iniciación al Urbanismo. Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). México, 1974. P.p. 315-319.

GASCA, Rogelio; Caminos de Largo Plazo. En Revista Expansión Vol. XXVI, No. 646. México, agosto 3 de 1994. Pág. 33.

Guías Metodológicas para la Formulación y Evaluación de Proyectos. Tomos I, II y III. BANOBRAS, 1990.

GUÍA TÉCNICA 19, Administración de los Residuos Sólidos en el Municipio. INAP-Centro de Estudios en Administración Municipal. México, 1986.

Hacienda Municipal No. 40. "Reflexiones sobre el Derecho por Alumbrado Público". INDETEC. Septiembre de 1992. P.p. 37-47.

HARBERGER, Arnold C.; Evaluación de Proyectos. Obras Básicas de Hacienda Pública, Instituto de Estudios Fiscales, Ministerio de Hacienda. Impreso en la Fábrica Nacional de Moneda y Timbre Madrid, España, 1973.

INDETEC, Metodología para la Formulación y Evaluación de Proyectos de Inversión Pública a Nivel Local. México, 1981.

INVENTORY OF TAXES: Levied in the Member States of the European Communities. 14 edición. Commision of the European Communities. Luxemburgo, 1991.

Ley de Coordinación Fiscal. TEXTO VIGENTE Última reforma publicada en el Diario Oficial de la Federación del 24 de junio del 2009.

Ley Federal de Presupuesto y Responsabilidad Hacendaria. TEXTO VIGENTE. Última reforma publicada en el Diario Oficial de la Federación del 31 de diciembre del 2008.

Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos. TEXTO VIGENTE. Última reforma publicada en Diario Oficial de la Federación del 19 de junio del 2007.

MEJIA LIRA, José; Servicios Públicos Municipales. "El alumbrado público". UAEM. México, 1994. P.p. 71-73.

MELENDEZ BARRON, Jorge, "Inversión en Educación: determinantes "macro", 1976-93". En revista ENTORNO ECONÓMICO No. 190. Ed. CIE de la UANL. Monterrey, N.L. México, junio de 1994. P.p. 9-12.

MENCHACA VARGAS, Antonio; "ILUMINACION TOTAL: Recuperación del Alumbrado Público y Ahorro de Energía en la ciudad de Tepic, Nayarit", en *Federalismo y Desarrollo*, Edición Especial, agosto de 1993. P.p. 39-71.

MEXUEIRO, Javier y PÉREZ, Marco Antonio; Metodología General para la Evaluación de Proyectos. Banco Nacional de Obras y Servicios Públicos, S.N.C. Centro de Estudios para la Preparación y Evaluación Socioeconómica de Proyectos. México, Noviembre de 2008. Pág.7.

MIRANDA, Juan José; Los Proyectos: La Unidad Operativa del Desarrollo (segunda edición). Departamento Administrativo de la Función Pública-Escuela superior de Administración Pública, Colombia, 1994.

NICHOLAS BURNETT, KARI MARBLE, Y HARRY ANTOHONY PATRINOS; "Prioridades de la Inversión en Educación". En Revista FINANZAS & DESARROLLO No. 4 del F.M.I. y el BM. Diciembre de 1995. P.p. 40-43.

Notas y apuntes hechos en clase de las materias impartidas en el "Primer Certificado en Preparación y Evaluación Socioeconómica de Proyectos", ITESM-BANOBRAS. Monterrey, N.L. 03 de junio de 1994 a 28 de abril de 1995.

PSACHAROPOULOS, George y NOODHALL, Mauseen; Educación para el Desarrollo: Un análisis de opciones de inversión. Ed. Banco Mundial. U.S.A., 1986.

Reglamento de la Ley Federal de Presupuesto y Responsabilidad Hacendaria. TEXTO VIGENTE. Última reforma publicada en el Diario Oficial de la Federación del 04 de septiembre del 2009.

"Residuos Sólidos Urbanos", en Manuales Iberoamericanos de Administración Local, del Instituto de Estudios de Administración Local. España, 1984.

Revista Desarrollo y Cooperación (D+C) No. 3. Mayo/Junio. Ed. Deutsche Stiftung Für Internationale Entwicklung (DSE). Berlín, 1996.

Revista, FINANZAS Y DESARROLLO diciembre de 1995, volumen 32, número 4. Ed. Fondo Monetario Internacional y Banco Mundial.

SAHOP; Manual de proyecto geométrico de carreteras. México: SAHOP, s/f.

SAHOP;_"Programa de manejo y disposición final de desechos domésticos para los centros domésticos: Tampico, Cd. Madero y Altamira, Tamaulipas", en Síntesis informativa. México, noviembre de 1981.

SANIN ANGEL, Héctor; Manual de Administración de Proyectos de Desarrollo Local, Volumen II: Evaluación de proyectos y Guía del Instructor. IULA-CELCADEL. Ecuador, 1989.

SANTOYO VASQUEZ, Eduardo; Impacto sobre el Bienestar de los Usuarios de Carreteras Concesionadas Bajo un Esquema Mixto de Financiamiento de la Inversión. En Revista Ejecutivos de Finanzas, del IMEF año XXIV, No. 2. México, 1995.

SAPAG CHAIN, Nassir y Reinaldo; Preparación y Evaluación de Proyecto. 3ª Edición. De. Mc. Graw Hill. Colombia, 1995.

SECRETARÍA DE HACIENDA Y CRÉDITO PÚBLICO; LINEAMIENTOS para la elaboración y presentación de los análisis costo y beneficio de los programas y proyectos de inversión. Diario Oficial de la Federación del 18 de marzo de 2008 (Primera Sección). México.

SECRETARÍA DE HACIENDA Y CRÉDITO PÚBLICO; LINEAMIENTOS para la solicitud, transferencia y aplicación de los recursos correspondientes con cargo al Fideicomiso para la Infraestructura en los Estados. Diario Oficial de la Federación del miércoles 27 de agosto del 2008. (Primera Sección). México.

SECRETARÍA DE HACIENDA Y CRÉDITO PÚBLICO; DECRETO de Presupuesto de Egresos de la Federación para el ejercicio fiscal 2010. Diario Oficial de la Federación del 7 de diciembre de 2009 (Tercera Sección). México.

SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES; NORMA Oficial Mexicana NOM-083-SEMARNAT-2003, Especificaciones de protección ambiental para la selección del sitio, diseño, construcción, operación, monitoreo, clausura y obras complementarias de un sitio de disposición final de residuos sólidos urbanos y de manejo especial.

SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES; DECRETO por el que se aprueba el Programa Nacional para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos 2009-2012.

STONER, James A.F. y FREEMAN, R. Edward; "Autoridad, Delegación y Descentralización", en Administración, Quinta Edición. Ed. Prentice Hall. Pág. 387.

Taha Hamdy, A.; Investigación de operaciones. México: Ediciones Alfaomega, 1991.

TAL No. 48. Tráfico y Transporte en la Ciudad. Ed. Centro de Estudios Municipales y de Cooperación Interprovincial (CEMCI). España, 1992.

THONSTAD, Tose; Análisis y proyecciones de la matrícula escolar en los países en desarrollo: Manual metodológico. Ed. UNESCO. Francia, 1986.

W. BAHL, Roy and F. LINN, Johannes; "Automotive Taxation"; en Urban Public Finance In Developing Countries. World Bank-Oxford University Press. Washington, D.C. 1992, p.p. 190-208, y 359-363, respectivamente.