

Metodologías de evaluación socioeconómica para proyectos de agua potable, alcantarillado, saneamiento y protección a centros de población



**GOBIERNO
FEDERAL**

SEMARNAT



Vivir Mejor

COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA

**Metodologías de Evaluación
Socioeconómica para Proyectos
de Agua Potable, Alcantarillado,
Saneamiento y Protección a
Centros de Población**

Septiembre de 2008
www.conagua.gob.mx

ADVERTENCIA

Se autoriza la reproducción sin alteraciones del material contenido en esta obra, sin fines de lucro y citando la fuente.

Esta publicación forma parte de los productos generados por la Subdirección General de Agua Potable, Drenaje y Saneamiento, cuyo cuidado editorial estuvo a cargo de la Coordinación General de Atención Institucional, Comunicación y Cultura del Agua de la Comisión Nacional del Agua.

Título: Metodologías de Evaluación Socioeconómica para Proyectos de Agua Potable, Alcantarillado, Saneamiento y Protección a Centros de Población. Edición 2008

ISBN 978-968-817-

Edición 2008

Autor: Comisión Nacional del Agua

Insurgentes Sur No. 2416 Col. Copilco El Bajo

C.P. 04340, Coyoacán, México, D.F.

Tel. (55) 5174-4000

www.conagua.gob.mx

Responsable de la publicación:

Subdirección General de Agua Potable, Drenaje y Saneamiento

Editor: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales

Boulevard Adolfo Ruiz Cortines No. 4209 Col. Jardines de la Montaña,

C.P. 14210, Tlalpan, México, D.F.

Impreso en México

Distribución gratuita. Prohibida su venta.

Queda prohibido el uso para fines distintos al desarrollo social.

Índice general

| | |
|--|-----------|
| I. Evaluación socioeconómica | 9 |
| I.1 Precios sociales y precios privados | 10 |
| I.2 Beneficios y costos sociales | 12 |
| I.3 Intangibles | 13 |
| I.4 Externalidades | 13 |
| I.5 Criterios de rentabilidad y tasa de descuento social | 13 |
| I.6 Evaluación socioeconómica de un proyecto | 16 |
| I.6.1 Resumen ejecutivo | 16 |
| I.6.2 Situación sin proyecto y posibles soluciones..... | 17 |
| I.6.3 Descripción del proyecto | 22 |
| I.6.4 Situación con proyecto | 24 |
| I.6.5 Evaluación del proyecto..... | 24 |
| I.6.6 Análisis de sensibilidad y riesgos | 25 |
| I.6.7 Conclusiones | 25 |
| I.7 Evaluación socioeconómica ex-post de un proyecto | 25 |
| II. Metodologías | 27 |
| II.1 Agua potable | 27 |
| II.1.1 Beneficios..... | 28 |
| II.1.2 Tipos de proyectos y beneficios asociados..... | 36 |
| II.1.3 Costos..... | 38 |
| II.2 Alcantarillado | 39 |
| II.2.1 Beneficios..... | 40 |
| II.2.2 Tipos de proyectos y beneficios asociados..... | 41 |
| II.2.3 Costos..... | 42 |
| II.3 Tratamiento de aguas residuales | 42 |
| II.3.1 Beneficios..... | 46 |
| II.3.2 Costos..... | 52 |
| II.4 Proyectos de protección a centros de población contra inundaciones (PCP) | 53 |
| II.4.1 Conceptos Básicos..... | 53 |
| II.4.2 Mitigación de daños por inundaciones | 57 |
| II.4.3 Evaluación socioeconómica de proyectos de protección contra inundaciones | 58 |
| II.4.4 Etapas para la Elaboración del Estudio Socioeconómico | 61 |
| II.4.5 Costos y Beneficios Asociados al Proyecto | 64 |
| II.4.6 Evaluación socioeconómica..... | 68 |
| III. Evaluación ambiental de proyectos | 71 |
| III.1 Introducción | 71 |
| III.2 Antecedentes | 71 |
| III.2.1 Principales Métodos para la Identificación de Impactos Ambientales | 73 |
| III.3 Evaluación de impacto ambiental y su manifestación | 74 |
| III.4 Otros ordenamientos jurídicos | 77 |

| | |
|---|------------|
| III.5 Contenidos de los estudios de impacto ambiental | 78 |
| III.6 Alternativas de Métodos de Valoración..... | 80 |
| III.6.1 Valoración Utilizando Mercados Convencionales | 80 |
| III.6.2 Valoración mediante mercados implícitos..... | 82 |
| III.6.3 Valoración Utilizando Mercados Artificiales | 83 |
| III.6.4 Conclusiones | 86 |
| IV. Anexos | 87 |
| Anexo A..... | 88 |
| A.1 Conceptos generales..... | 87 |
| A.2 Disposición a pagar (DAP)..... | 88 |
| A.3 Medidas de optimización de un proyecto de agua potable..... | 89 |
| A.4 La curva de demanda de agua potable..... | 91 |
| A.4.1 Obtención de la Curva de Demanda con la Determinación de dos Puntos de Equilibrio | 96 |
| A.4.2 Métodos econométricos | 97 |
| A.5 Aplicación de la curva de demanda de agua potable | 98 |
| A.6 Beneficio de mayor consumo | 99 |
| A.7 Método de necesidades básicas | 101 |
| A.7.1 Concepto General | 101 |
| A.7.2 Requerimiento de Agua Potable..... | 102 |
| A.7.3 Metodología..... | 103 |
| A.8 Consideraciones matemáticas sobre la función elasticidad precio demanda..... | 104 |
| Anexo B..... | 107 |
| B.1 Tarificación marginal a corto plazo..... | 107 |
| B.1.1 Propuesta de tarificación basada en el costo marginal de corto plazo | 108 |
| B.1.2 Estructura tarifaria propuesta | 109 |
| B.1.3 Comparación de la tarifa actual contra la propuesta | 109 |
| B.2 Tarificación marginal a largo plazo | 109 |
| B.2.1 Metodología de la tarificación..... | 111 |
| Anexo C..... | 122 |
| C. 1 Propuesta de cuestionario por falta de servicio formal de abastecimiento de agua potable en el domicilio | 122 |
| C.2 Propuesta de cuestionario para el complemento del servicio de abastecimiento de agua potable en el domicilio | 124 |
| C.3 Propuesta de cuestionario sobre el drenaje en el domicilio | 126 |
| C.4 Proyectos de control de inundaciones | 129 |
| Anexo D..... | 131 |
| D.1 Antecedentes..... | 131 |
| D.2 Justificación..... | 131 |
| D.3 Objetivo | 131 |
| D.4 Alcances | 131 |
| D.5 Perfil de los participantes..... | 131 |
| D.6 Actividades | 132 |
| D.6.1 Evaluación económica y financiera..... | 132 |
| D.6.2 Teoría económica para la evaluación de proyectos | 132 |
| D.6.3 Evaluación socioeconómica de proyectos..... | 132 |
| D.6.4 Metodologías de evaluación Socioeconómica | 132 |
| D.6.5 Fase práctica de evaluación de proyectos..... | 132 |
| D.7 Materiales | 132 |
| D.8 Programa de trabajo | 133 |
| D.9 Producto del curso..... | 133 |

| | |
|---|------------|
| Anexo E | 134 |
| E.1 Introducción | 134 |
| E.2 Objetivo | 134 |
| E.3 Alcances | 134 |
| E.4 Descripción de actividades | 134 |
| E.5 Contenido del estudio | 135 |
| E.6 Especificaciones generales | 139 |
| E.7 Especificaciones técnicas | 140 |
| E.8 Presentación de avances | 140 |
| E.9 Informe final | 140 |
| E.10 Productos a entregar | 140 |
| E.11 Plazo de ejecución | 141 |
| E.12 Forma de pago | 141 |
| Anexo F | 142 |
| F.1 Introducción | 142 |
| F.2 Objetivo | 142 |
| F.3 Alcances | 142 |
| F.4 Descripción de actividades | 143 |
| F.5 Especificaciones generales | 150 |
| F.6 Informe final | 150 |
| F.7 Productos a entregar | 150 |
| F.8 Plazo de ejecución | 151 |
| F.9 Forma de pago | 151 |
| Anexo G | 152 |
| G.1 Introducción | 152 |
| G.2 Objetivo | 152 |
| G.3 Alcances | 152 |
| G.4 Descripción de actividades | 153 |
| G.5 Especificaciones generales | 158 |
| G.6 Especificaciones técnicas | 159 |
| G.7 Presentación de avances | 159 |
| G.8 Informe final | 159 |
| G.9 Productos a entregar | 159 |
| G.10 Plazo de ejecución | 160 |
| G.11 Forma de pago | 160 |
| Anexo H | 161 |
| H.1 Introducción | 161 |
| H.2 Objetivo | 161 |
| H.3 Alcances | 161 |
| H.4 Descripción de actividades | 162 |
| H.4.1 Visitas de campo, obtención y revisión de información | 162 |
| H.4.2 Procesamiento de información y obtención de las áreas de inundación | 162 |
| H.4.3 Procesamiento de información y obtención de los daños asociados | 162 |
| H.4.4 Evaluación de condiciones del proyecto | 163 |
| H.4.5 Descripción y alcances del estudio costo beneficio | 164 |
| H.4.6 Evaluación socioeconómica | 165 |
| H.5 Calendario de actividades | 166 |
| H.6 Especificaciones generales | 166 |
| H.7 Especificaciones técnicas | 167 |
| H.8 Presentación de avances | 167 |
| H.9 Informe final | 167 |

| | |
|---|------------|
| H.10 Productos a entregar..... | 167 |
| H.11 Anexos..... | 167 |
| Anexo I..... | 169 |
| I.1 Antecedentes..... | 169 |
| I.2 Objetivo..... | 169 |
| I.3 Definiciones..... | 169 |
| I.4 Alcances..... | 169 |
| I.5 Descripción de actividades..... | 170 |
| I.5.1 Visitas de campo..... | 170 |
| I.5.2 Realización del dictamen..... | 170 |
| I.5.3 Confidencialidad..... | 170 |
| I.5.4 Responsabilidades..... | 170 |
| I.6 Calendario de actividades..... | 170 |
| I.7 Especificaciones generales..... | 171 |
| I.8 Informe y presentación final..... | 171 |
| Anexo J..... | 172 |
| J.1 Optimización del patrón de cultivos para un proyecto de planta de tratamiento..... | 172 |
| J.1.1 Riego de temporal..... | 172 |
| J.1.2 Riego establecido..... | 173 |
| J.1.3 Ponderación de cultivos con y sin proyecto..... | 182 |
| J.2 Directrices para el riego de tipos cultivos de acuerdo con la calidad del agua..... | 183 |
| J.3 Aplicación de la normatividad para riego agrícola..... | 186 |
| Anexo K..... | 187 |
| K.1 Drenaje pluvial..... | 187 |
| K.2 Estructuras de cruce..... | 187 |
| K.3 Alcantarillas para paso de pequeñas corrientes..... | 187 |
| K.4 Delimitación de zonas federales..... | 187 |
| K.5 Delimitación de zonas de protección en obras hidráulicas..... | 187 |
| K.6 Encauzamiento de corrientes..... | 187 |
| K.7 Presas derivadoras..... | 187 |
| K.8 Presas de obra hidráulica..... | 188 |
| K.9 Obras de desvío temporal..... | 188 |
| K.10 Presas de almacenamiento..... | 188 |
| K.11 Tabla de diseño para presas de almacenamiento..... | 188 |
| Anexo L..... | 189 |
| L.1 Introducción..... | 189 |
| L.1.1 La evaluación social de proyectos y el valor social del tiempo..... | 189 |
| L.1.2 La estimación del valor social del tiempo..... | 189 |
| L.1.3 Limitaciones de la estimación del valor social del tiempo..... | 190 |
| L.1.4 Principales aspectos encontrados en los estudios empíricos..... | 191 |
| L.2 Estimación del valor social del tiempo para México..... | 192 |
| Anexo M..... | 196 |
| M.1 Introducción..... | 196 |
| M.2 Sistema del marco lógico: formulación, diseño, y control de proyectos..... | 197 |
| M.2.1 Secuencia de la planificación de proyectos: componentes del sistema del marco lógico..... | 198 |
| M.2.2 Análisis de involucrados..... | 198 |
| M.2.3 Análisis de problemas..... | 199 |
| M.2.4 Análisis de soluciones..... | 200 |
| M.2.5 Análisis de alternativas..... | 201 |
| M.2.6 Matriz del marco lógico..... | 201 |

Índice de figuras y tablas

I. Evaluación socioeconómica

Figuras

| | |
|--|----|
| Figura I.1 Representación gráfica de la TIRS | 14 |
| Figura I.2 Representación gráfica de la TIRS | 15 |
| Figura I.3 Representación gráfica del VANS | 15 |
| Figura I.4 Curva Oferta-Demanda de Agua Potable..... | 20 |
| Figura I.5 Curva de demanda de agua potable respecto al precio | 21 |

Tablas

| | |
|---|----|
| Tabla I.1 Resumen del estudio de evaluación socioeconómica | 17 |
| Tabla I.2 Proyección de la oferta en un proyecto de agua potable..... | 19 |
| Tabla I.3 Proyección de la demanda de agua potable..... | 21 |
| Tabla I.4 Proyección de la oferta-demanda de agua potable | 22 |
| Tabla I.5 Análisis de alternativas | 22 |

II. Metodologías

Figuras

| | |
|--|----|
| Figura II.1 Gráfica comparativa oferta-demanda de agua potable | 27 |
| Figura II.2 Beneficio de mayor consumo de agua potable debido a un incremento del volumen..... | 28 |
| Figura II.3 Beneficio bruto de liberación de recursos por eliminación de acarreo o métodos alternativos de abastecimiento | 30 |
| Figura II.4 Beneficio bruto de liberación de recursos por aumento del volumen de agua ofertada | 30 |
| Figura II.5 Condiciones normales de abastecimiento..... | 31 |
| Figura II.6 Condiciones comunes de abastecimiento interno mediante cisterna y bomba | 32 |
| Figura II.7 Estimación del beneficio por no requerir sistema de almacenamiento | 32 |
| Figura II.8 Profundización de los niveles de pozos en acuíferos sobre explotados..... | 33 |
| Figura II.9 Beneficio por desfasar las fallas en el terreno..... | 35 |
| Figura II.10 Escenario de mantenimiento de cobertura..... | 36 |
| Figura II.11 Escenario de disminución de cobertura | 37 |
| Figura II.12 Costo marginal social de la instalación de micromedidores | 38 |
| Figura II.13 Costos y beneficios marginales de un proyecto de alcantarillado..... | 39 |
| Figura II.14 Costos y beneficios marginales del tratamiento de las aguas residuales | 42 |
| Figura II.15 Nivel óptimo del tratamiento de las aguas residuales..... | 43 |
| Figura II.16 Modulación para una planta de tratamiento de aguas residuales..... | 45 |
| Figura II.17 Esquema de una cuenca | 55 |
| Figura II.18 Esquema de un hidrograma..... | 56 |
| Figura II.19 Esquema general de medición de beneficios | 60 |
| Figura II.20 Relación daños-avenidas presentadas | 61 |
| Figura II.21 Gráfico de hidrogramas asociados a diferentes periodos de retorno..... | 62 |
| Figura II.22 Gráfico de Q-Probabilidad de ocurrencia | 62 |

| | |
|---|-----|
| Figura II.23 Gráfico de áreas de inundación | 63 |
| Figura II.24 Relación de niveles de inundación contra daños en las viviendas..... | 65 |
| Figura II.25 Curva Gasto Máximo - Probabilidad de Ocurrencia..... | 68 |
| Figura II.26 Curva Gasto Máximo – Daño esperado..... | 68 |
| Figura II.27 Curva Probabilidad de ocurrencia – Daño esperado..... | 68 |
| Figura II.28 Gráfica de daños-probabilidad de ocurrencia | 69 |
| Tablas | |
| Tabla II.1 Estimación de la afectación por hundimiento..... | 34 |
| Tabla II.2 Año de afectación y duración con y sin proyecto para colonias con falla futura | 35 |
| Tabla II.3 Cálculo del consumo total de agua potable..... | 44 |
| Tabla II.4 Cálculo de las aguas residuales del sistema | 44 |
| Tabla II.5 Aportaciones de agua residual por cuenca. | 45 |
| Tabla II.6 Producción agrícola en la situación sin proyecto | 47 |
| Tabla II.7 Producción agrícola en la situación sin proyecto optimizada | 48 |
| Tabla II.8 Producción agrícola en la situación con proyecto | 49 |
| Tabla II.9 Clasificación de la precipitación según su intensidad en 24 horas..... | 55 |
| Tabla II.10 Clasificación de las cuencas según su tamaño | 55 |
| Tabla II.11 Cuantificación de los daños ocasionados en la zona del estudio del estado de Tabasco, durante las inundaciones de 1999 (millones de pesos a octubre de 2001) | 61 |
| Tabla II.12 Ejemplo del hidrograma de salida..... | 62 |
| III. Evaluación ambiental de proyectos | |
| Tabla III.1 Diagrama de las fases metodológicas a utilizar en una EIA | 76 |
| Tabla III.2 Fases en un ejercicio de valoración contingente..... | 84 |
| IV. Anexos | |
| Figuras | |
| Figura A.1 Curva de demanda de agua potable..... | 87 |
| Figura A.2 Comportamiento tendiente a inelástico de la demanda de agua potable | 88 |
| Figura A.3 Comportamiento tendiente a elástico de la demanda de agua potable | 88 |
| Figura A.4 Costo de los diferentes modos de abastecimiento de agua potable..... | 89 |
| Figura A.5 Regionalización nacional para el estudio de demandas..... | 91 |
| Figura A.6 Curva de demanda respecto al precio..... | 92 |
| Figura A.7 Curva de demanda para usuarios domésticos..... | 93 |
| Figura A.8 Curvas de demanda por estrato socioeconómico..... | 96 |
| Figura A.9 Curva de demanda mediante dos puntos de equilibrio | 96 |
| Figura A.10 Uso de la curva de demanda | 98 |
| Figura A.11 Beneficio bruto de mayor consumo..... | 100 |
| Figura A.12 Obtención del precio implícito..... | 101 |
| Figura A.13 Demanda de los pobres y demanda social | 101 |
| Figura A.14 Beneficio de los programas contra la pobreza..... | 102 |
| Figura A.15 Gráfica de la función de demanda..... | 103 |
| Figura A.16 Gráfica de la función de demanda por estrato socioeconómico | 104 |
| Figura A.17 Gráfica de la función de demanda por necesidades básicas | 104 |
| Figura A.18 Función de demanda | 105 |
| Figura A.19 Gráfica de mayor consumo..... | 105 |
| Figura B.1 Tarifación marginal a corto plazo | 108 |
| Figura B.2 Tarifación marginal a largo plazo..... | 110 |
| Figura E.1 Costo de los diferentes modos de abastecimiento de agua potable | 137 |
| Figura Costo de los diferentes modos de abastecimiento de agua potable..... | 155 |

Tablas

| | |
|--|-----|
| Tabla A.1 Rangos, consumo y precio promedio ponderado, agrupados por nivel socioeconómico | 94 |
| Tabla A.2 Niveles de ingreso para la ZCG..... | 94 |
| Tabla A.3 Índice de personas que trabajan por familia e ingreso familiar por clasificación socioeconómica | 95 |
| Tabla A.4 Comparativa entre rangos de consumo y niveles socioeconómicos | 95 |
| Tabla A.5 Tabulado de datos de las curvas | 95 |
| Tabla A.6 Resumen de los requisitos del nivel del servicio de agua para promover la salud | 102 |
| Tabla B.1 Sistema actual para usuarios residenciales..... | 117 |
| Tabla B.2 Tarifa propuesta para usuarios residenciales..... | 118 |
| Tabla B.3 Tarifa para usuarios no residenciales | 119 |
| Tabla B.4 Comparación entre tarifa actual y tarifa propuesta para usuarios comerciales | 119 |
| Tabla B.5 Comparación entre tarifa actual y tarifa propuesta para usuarios industriales | 120 |
| Tabla B.6 Comparación entre tarifa actual y tarifa propuesta para usuarios de gobierno | 120 |
| Tabla J.1 Comparación de la situación actual, optimizada y con proyecto..... | 173 |
| Tabla J.2 Valor de la producción situación actual..... | 174 |
| Tabla J.3 Superficie sembrada..... | 175 |
| Tabla J.4 Volumen de agua requerido..... | 175 |
| Tabla J.5 Rentabilidad por hectárea..... | 176 |
| Tabla J.6 Maximización de la rentabilidad situación actual | 177 |
| Tabla J.7 Valor de la producción situación actual..... | 177 |
| Tabla J.8 Estructura de cultivos por municipio | 178 |
| Tabla J.9 Superficie sembrada..... | 179 |
| Tabla J.10 Volumen de agua requerido..... | 179 |
| Tabla J.11 Rentabilidad por hectárea | 180 |
| Tabla J.12 Maximización de la rentabilidad situación con proyecto | 180 |
| Tabla J.13 Valor de la producción situación con proyecto | 181 |
| Tabla J.14 Comparativo de rentabilidades por hectárea..... | 183 |
| Tabla J.15 Tipo de contaminantes y su remoción de acuerdo con el proceso o sistema de tratamiento. | 184 |
| Tabla J.16 Principales ventajas y desventajas de los tipos de tratamiento para aguas residuales..... | 184 |
| Tabla J.17 Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEMARNAT-1996. Establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales..... | 185 |
| Tabla J.18 Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEMARNAT-1996. Establece los límites máximos permisibles de contaminantes (metales pesados) en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales..... | 185 |
| Tabla J.19 Norma Oficial Mexicana NOM-003-SEMARNAT-1997. Establece los límites máximos permisibles de contaminantes para las aguas residuales tratadas que se reusen en servicios al público..... | 185 |
| Tabla J.20 Calidad de la descarga para su reuso en riego | 186 |
| Tabla L.1 Valor social del tiempo..... | 192 |
| Tabla L.2 Valor social del tiempo..... | 192 |
| Tabla L.3 Valor social del tiempo de los hogares..... | 193 |
| Tabla L.4 Valor social del tiempo de los hogares..... | 193 |
| Tabla L.5 Valor social del tiempo | 194 |
| Tabla L.6 Valor social del tiempo | 195 |
| Tabla L.7 Valor social del tiempo por tipo de encuesta (en pesos y dólares) | 195 |
| Tabla M.1 Proyecto: “Mejora de las defensas pluviales para el Río XX” | 202 |
| Tabla M.2 Continuando con el ejemplo: “Mejora de las defensas pluviales para el Río XX” | 204 |



Prólogo

La Comisión Nacional del Agua, a través de la Subdirección General de Agua Potable, Drenaje y Saneamiento, entre otras funciones brinda asistencia técnica a los organismos operadores de agua potable y saneamiento del país con el fin de cumplir con la normatividad establecida por la Secretaría de Hacienda y Crédito Público (SHCP) para el otorgamiento de recursos federales a los estados y municipios.

Entre los requisitos señalados para algunos proyectos de inversión y programas como el de Agua Potable y Alcantarillado en Zonas Urbanas (APAZU), Modernización de Organismos Operadores de Agua (PROMAGUA) y Protección a Centros de Población (PCP), se encuentra la realización de un estudio costo-beneficio o evaluación socioeconómica que demuestre que el proyecto de inversión es capaz de generar beneficios netos bajo supuestos razonables.

Estas metodologías se concibieron como un documento de consulta que tiene como objetivo difundir los lineamientos para realizar la evaluación socioeconómica de diferentes proyectos de agua potable, alcantarillado, saneamiento y protección a centros de población, así como exponer conceptos y guías generales de utilidad para toda persona interesada en el tema. En él se expone la teoría y función de la evaluación socioeconómica y se incluyen resultados de algunas experiencias de la Comisión Nacional del Agua en el subsector de la hidráulica urbana del país, en los que se presentan la aplicación de los conceptos y metodologías, analizando su viabilidad de aplicación en la realidad de los proyectos del subsector.

Se realizó una primera versión de este documento en el año 2004 y posteriormente en el 2006, dada la necesidad de corregir y complementar varios temas que han sido analizados en forma conjunta con la SHCP y algunos evaluadores que han participado activamente en la evaluación de proyectos del subsector y que están dispuestos a compartir sus experiencias, así como exponer el tema de protección a centros de población, se presenta dicha versión; el realizar

una comparación entre tales versiones, implica descubrir cambios estructurales y de forma significativos que hacen obsoleto el primer documento. De igual forma se contó con el apoyo de un grupo de evaluadores con amplia experiencia en el subsector para enriquecer el presente documento. En el 2008 se han realizado algunas actualizaciones y complementaciones menores, ambas ediciones son igual de válidos.

El documento se estructuró en primera instancia para poder seguir el desarrollo del contenido que debe de llevar un estudio costo y beneficio, posteriormente con la exposición de las metodologías de evaluación, se hace referencia a su viabilidad de aplicación, finalmente se incluyeron los anexos en donde se encuentra información detallada sobre algunos temas que merecen y requieren una mayor amplitud. De éstos, se puede destacar el anexo sobre la función de la demanda del agua respecto al precio, el cual ha cambiado sustancialmente, se pueden observar aportaciones importantes sobre el tema, que han sido causa de polémica en diversos foros de análisis y discusión. También se incluyeron anexos sobre la tarificación de corto y largo plazo y uno correspondiente a la evaluación ambiental de proyectos, con la finalidad de aportar conocimientos básicos e ideas para ser consideradas en la evaluación de los proyectos. Se amplió y actualizó lo correspondiente a los diferentes términos de referencia incluidos en el documento.

Cabe señalar que de acuerdo a las experiencias que se han tenido en diversos estudios, se ha visto la necesidad de ahondar en los temas del cálculo de los precios sociales, la TRI (ambas en el capítulo I), así como en la determinación del área bajo la curva mediante la integración de la función precio-demanda para obtener el beneficio del excedente del consumidor (Anexo A).



Generalidades

A lo largo de la historia ha existido el llamado “problema económico” que, en términos generales, se refiere a la escasez de recursos para satisfacer las necesidades de la población. En otras palabras, mientras las necesidades son ilimitadas, los recursos siempre han sido limitados, aún aprovechándolos al máximo. Por ello, es fundamental el desarrollo de metodologías eficientes que orienten los recursos disponibles a aquellas acciones que generen mayores beneficios.

Para tomar las mejores decisiones frente a una situación determinada, se evalúan sus principales componentes, es decir, se les asigna un valor. En este contexto, valorar se define como la suma de dinero en que se aprecia un determinado bien o servicio, es su equivalente en términos monetarios.

Frente a una necesidad social, la ingeniería puede brindar respuestas óptimas técnicamente, oportunas en el tiempo y eficientes en lo económico, soluciones que se plasman en proyectos hidráulicos y de todo tipo. De esta manera se ofrece a la sociedad una serie de respuestas a sus necesidades.

En este punto confluyen los dos conceptos más importantes del presente documento. El primero, la existencia de gran variedad de proyectos de inversión por realizar, para satisfacer las necesidades sociales y, el segundo, la disyuntiva de elegir aquellos que permitan optimizar los escasos recursos, esto es, decidir las opciones más convenientes.

Para la selección del mejor proyecto de inversión, no debemos de olvidar que en los países en desarrollo el éxito de sus proyectos de inversión radica en que **produzcan crecimiento económico**, sin duda alguna los fracasos en este tipo de proyectos retrasan el progreso de un país. La forma de medir el crecimiento que produce un proyecto de inversión es mediante la evaluación socioeconómica. No debemos de olvidar que un país se construye con planeación, estudios y proyectos, siendo este tipo de evaluación un elemento medular en la selección de los mejores proyectos.

Así, frente a una situación que requiere tomar una decisión de inversión para satisfacer una necesidad social, se realiza una evaluación socioeconómica con el fin de asignarle un valor monetario a dicha necesidad. Las evaluaciones pueden hacerse posteriores a la ejecución del proyecto midiendo sus resultados (evaluación ex-post) o antes de iniciarse (evaluación ex-ante), tanto para medir la efectividad de su asignación como de su aplicación.

Este documento sólo se refiere a evaluaciones previas a la toma de decisiones, relacionadas con proyectos del subsector hidráulico urbano, suburbano, de agua potable, alcantarillado, saneamiento y mejoramiento de eficiencia en los organismos prestadores del servicio de agua en el país, así como a los proyectos de protección contra inundaciones a centros de población.

Conviene señalar que la principal fuente de fracaso en los proyectos de inversión es la falta de definición y de planeación de los proyectos. El desempeño histórico en los grandes proyectos a nivel mundial indica que sólo entre el 30 y 40% de los proyectos logra sus objetivos económicos y sociales con los que fueron planteados¹, por lo que estas ineficiencias perturban la planificación gubernamental para otros proyectos. La estadística del BID indica que entre el 40 y 50% de los proyectos fallan por estar mal evaluados y en el diagnóstico de la situación actual.

El objetivo de un proyecto debe ser obtener el activo planteado, en el costo planeado, en corto tiempo y sobre todo que opere, con respeto a las normas ambientales. Es indispensable que los proyectos contemplen la sustentabilidad a largo plazo y no sólo soluciones de corto plazo. Un principio fundamental de cualquier proyecto de infraestructura es que el beneficio socioeconómico justifique los cos-

1 Independent Project Analysis, Inc. (IPA), de acuerdo a sus estadísticas en miles de proyectos de todo tipo a nivel mundial en los últimos 20 años, 2007.

tos de inversión, operación y mantenimiento a lo largo de su ciclo de vida.

Con esta visión, como política oficial a partir del ejercicio fiscal del año 2000, las inversiones del gobierno federal deben contar con un estudio de evaluación socioeconómica que demuestre una rentabilidad social positiva bajo supuestos razonables. El establecimiento de esta cultura de evaluación permitirá fomentar una aplicación de recursos más eficiente en busca del mayor desarrollo de nuestro país, por lo que es recomendable asegurar su continuidad.

El momento más adecuado para realizar un estudio de costo-beneficio es cuando se está desarrollando **la etapa de preinversión**, para que permita tomar las mejores decisiones, ya que lo que se busca es evaluar y no justificar los proyectos. La evaluación debe dar elementos importantes sobre dimensionamiento de la infraestructura y su operación.

Como se ha mencionado, la evaluación socioeconómica permite determinar el proyecto de inversión más conveniente para resolver la problemática presentada, determinando la rentabilidad positiva o la más rentable. Aunque este es el parámetro que rige la realización del proyecto con recursos del país, debe estar sustentado en una **factibilidad técnica, ambiental y legal**. Es decir, la evaluación socioeconómica puede determinar la alternativa más rentable pero ésta no necesariamente cumple con todas las factibilidades. Un proyecto **debe ser factible** en todos estos aspectos para que sea realizable, especialmente se debe evitar el divorcio que existe entre la parte técnica y la evaluación.

Aunque no está normado y en muchos casos no es común, es muy recomendable asociar la evaluación de los proyectos a la evaluación financiera, ya que es un elemento indispensable no sólo para fundear la inversión, sino especialmente para operarla.

Al respecto, es conveniente revisar en todo momento la normatividad vigente en la materia, como es la Ley de Presupuesto y Responsabilidad Hacendaria y su Reglamento, así como el Presupuesto de Egresos de la Federación (PEF) y en particular cualquier publicación al respecto de la Unidad de Inversiones de dicha dependencia, ya que en estos lineamientos y normas se especifica el nivel de profundidad que pueden tener los proyectos con base en sus características, así como la estructura que deberá seguir el documento y los indicadores de rentabilidad a desarrollar.

Se ha dicho que la evaluación sirve para tomar las mejores decisiones de inversión, por lo que hay que llevar un control

y registro de esta viabilidad mediante los parámetros de retabilidad dentro del presupuesto del Gobierno Federal, por lo que para dicho fin, la SHCP cuenta con la denominada Cartera de Programas y Proyectos de Inversión, la cual contiene todos los proyectos de inversión de todos los ramos del país, en donde es indispensable incorporar las evaluaciones socioeconómicas para su aprobación por parte de la secretaría. Lo anterior con la finalidad de que la SHCP, con su aprobación, otorgue el denominado registro en cartera, el cual que permite a las diferentes dependencias federales radicar los recursos hacia los proyectos de inversión.

En resumen, podemos decir que la evaluación socioeconómica de proyectos del subsector presenta la siguiente problemática:

- La evaluación es una herramienta y no un requisito.
- Pasividad en la realización de los estudios.
- Los estudios requieren de un tiempo de desarrollo que llega a presionar los tiempos de ejecución, debe ser parte de la planeación.
- Realizan los proyectos ejecutivos antes que la evaluación, los cuales pueden tener modificaciones al evaluar los proyectos.
- Los estudios requieren incluir un adecuado análisis de alternativas.
- No se realiza el suficiente trabajo de campo.
- No se utilizan fuentes oficiales de información.
- Los estudios de demanda requieren una mayor profundidad y análisis.
- Los estudios de preinversión están muy subvalorados y se ignora el ciclo de evaluación de los proyectos (gran visión-prefactibilidad-factibilidad-proyecto ejecutivo)
- Se ignora la normatividad aplicable y el tiempo de ejecución de los procesos de realización de los estudios y registro en la cartera de programas y proyectos de inversión de la SHCP.
- No se conceptualiza correctamente el proyecto ya que no se analiza un diagrama causa-efecto, lo cual puede influir negativamente en la definición y obtención de los beneficios asociados.

La obligatoriedad en la realización de estos estudios es responsabilidad de los ejecutores de las obras. Es responsabilidad de la CONAGUA como ente normativo el exigirlos y dirigir los esfuerzos necesarios para su realización.

Un proyecto que presente rentabilidad negativa no quiere decir que no tenga que realizarse, quiere decir que en su realización no deberá de contar con recursos federales.

Tipología de proyectos

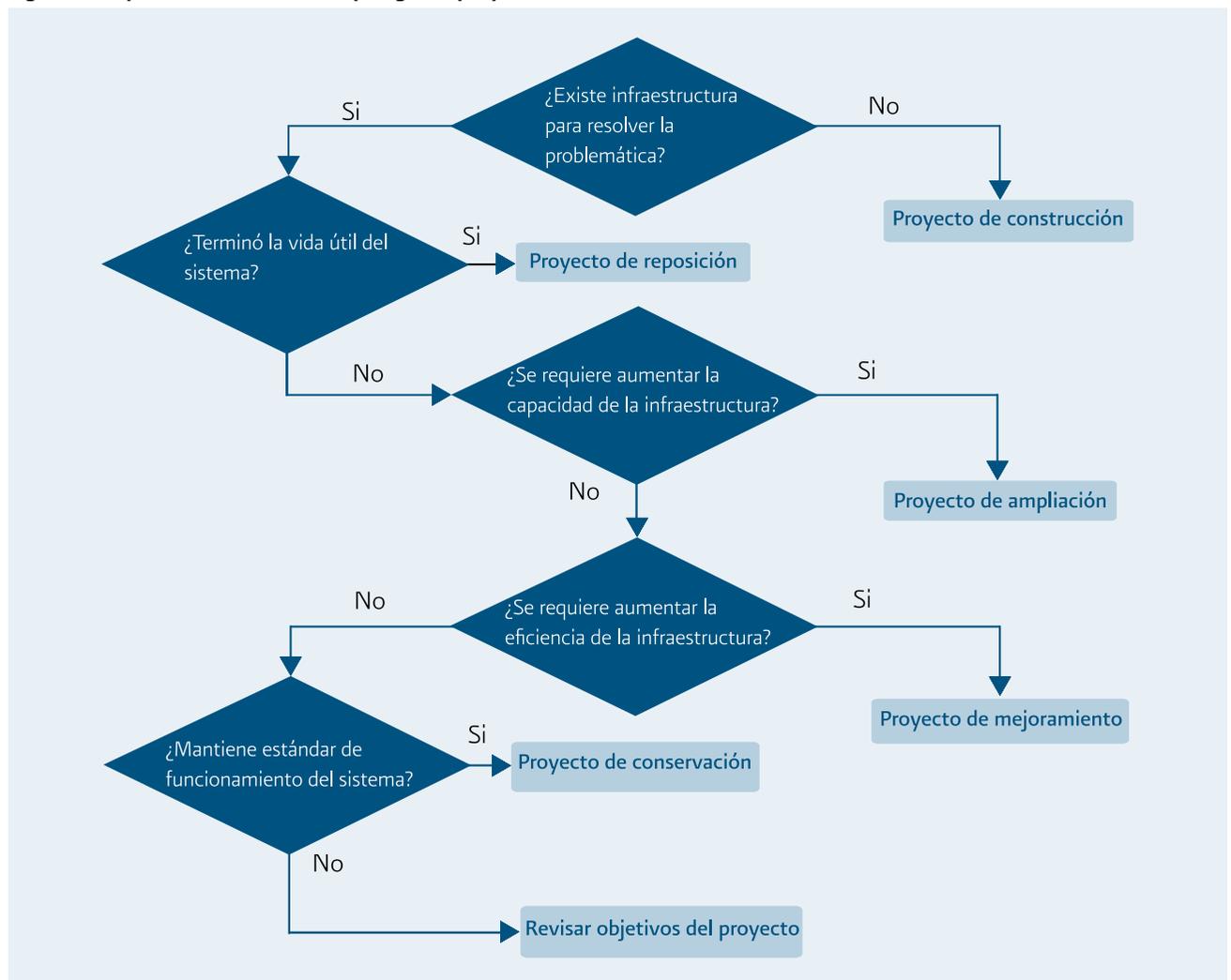
Para explicar la tipología de proyectos, se puede utilizar la categorización tradicional de MIDEPLAN², adaptada a las condiciones específicas del caso en estudio. En este sentido,

se distinguen los tipos de proyectos que se indican en la siguiente figura:

- **Proyectos de construcción.** Acciones que corresponden a la materialización de un servicio que no existe a la fecha.
- **Proyectos de mejoramiento.** Este tipo de proyectos tiene como objetivo aumentar la calidad de un servicio existente.

² MIDEPLAN (1992), "Inversión Pública, Eficiencia y Equidad", Anexo N° 5.1 "Normas para asignar nombre a proyectos, programas y estudios básicos".

Figura 1. Esquema de selección de tipología de proyecto



- **Proyectos de ampliación.** Acciones que tienen por objeto aumentar la capacidad de servicio.
- **Proyectos de reposición.** Proyectos que implican la renovación parcial o total de un sistema, con o sin cambio de la capacidad y/o calidad del mismo, debido al término de su vida útil.
- **Proyectos de conservación.** Es la acción tendiente a mantener los estándares que corresponden a un funcionamiento predeterminado en el diseño de la infraestructura.

El ciclo de vida de los proyectos

Todo proyecto que se materializa debe seguir una trayectoria que va desde el proceso de transformación de las ideas de inversión hasta su materialización y operación. Este proceso es conocido como ciclo de vida de los proyectos y está compuesto por los siguientes estados:

- Preinversión
- Inversión
- Operación

a) Estado de preinversión

En este estado se prepara y evalúa el proyecto de manera de obtener de él, el máximo excedente económico a lo largo de su vida útil. Para asignar eficientemente los recursos de inversión es necesario seleccionar los mejores proyectos de inversión; esto se realiza durante la etapa de preinversión, siguiendo los siguientes estados secuenciales:

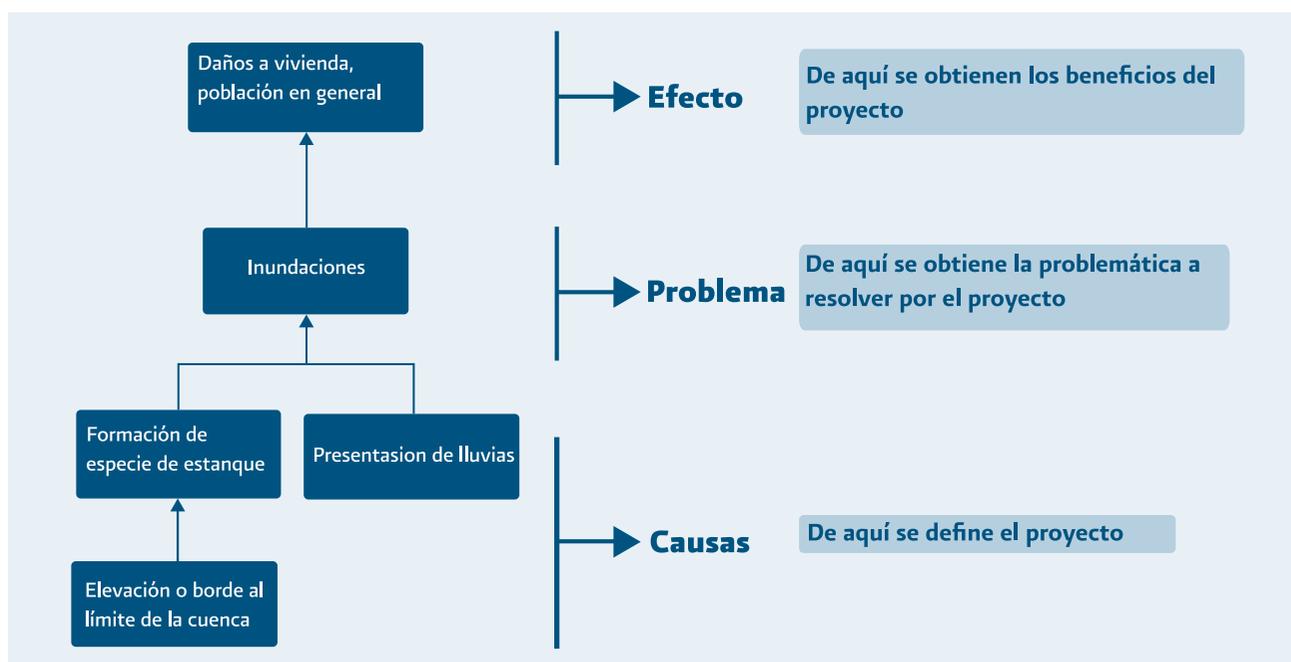
Generación y análisis de la idea de proyecto

Comienza con la elaboración de un diagnóstico, de modo que la generación de una idea de proyecto de inversión surja como consecuencia clara de necesidades insatisfechas, de políticas generales, de la existencia de otros proyectos en estudio o en ejecución que requieran complementación mediante acciones en campos distintos.

En términos generales existen tres apartados dentro del proceso de planeación:

- **Identificación de problemas:** Obtención del resumen narrativo de la problemática común, a partir de declaraciones de todos los involucrados en un problema. Definición de necesidades insatisfechas o áreas de oportunidad.
- **Generación de objetivos:** Partiendo del diagnóstico resultante de la identificación de problemas se estiman las metas que contribuyen a solucionar la problemática definida.
- **Alternativas posibles:** Al convertir las metas en proyectos específicos se generan de manera natural múltiples alternativas de proyectos, cabe hacer mención que dichas alternativas deberán ser jerarquizadas utilizando un criterio de rentabilidad común a todas, para generar efectivamente un sistema de inversiones.

Para dicho proceso, es muy conveniente realizar un diagrama causa-efecto, del cual se muestra un ejemplo en la siguiente figura:



Estudio de perfil

Aquí corresponde estudiar todos los antecedentes que permitan al inversor formarse un juicio respecto de la conveniencia y factibilidad técnico-económica de llevar a cabo la idea de proyecto.

El énfasis está en identificar los beneficios y costos pertinentes, utilizando pocos recursos financieros y humanos para medirlos y valorarlos. En esta etapa se usan los datos disponibles y eventualmente se generan otros a partir de estudios preliminares, pero en general, no se incurre en mayores costos en crear o generar información.

Estudio de prefactibilidad

Se examinan con más detalle, desde el punto de vista técnico, económico y social, las alternativas viables que fueron determinadas, en general, en la etapa anterior; además, se efectúan las optimizaciones por tamaño, aspectos técnicos, localización y otras, eligiéndose de todas las alternativas de proyecto, la opción óptima.

El énfasis erradica en medir los beneficios y costos identificados en la etapa de perfil, lo cual implica el uso de un nivel de recursos humanos y materiales significativamente superiores al utilizado en el estudio de perfil.



Estudio de factibilidad

El estudio de factibilidad debe enfocarse hacia el examen detallado y preciso de la alternativa óptima definida en la etapa anterior; colocando el énfasis en el mejoramiento de la valoración de beneficios y costos, lo que conlleva un incremento significativo de los recursos humanos y materiales utilizados en la etapa de prefactibilidad.

Etapa de diseño

En la etapa de diseño se requiere elaborar la configuración de las características de arquitectura e ingeniería y ajustar detalles finales previos a la ejecución, tales como la disponibilidad y características del terreno.

b) Estado de inversión

En este estado se realizan todas las acciones tendientes a ejecutar físicamente el proyecto tal como fue especificado en la preinversión, es decir que en esta etapa se construye el activo definido en el estudio del proyecto.

c) Estado de operación

Consiste en poner en funcionamiento los proyectos y concretar los beneficios netos estimados en el estado de preinversión.

Estudios necesarios para la evaluación de los proyectos

Como parte de la información necesaria para evaluar el proyecto, adicional al estudio socioeconómico, se debe contar con lo siguiente:

Factibilidad Técnica

Esta es la base de la evaluación de los proyectos, una vez analizada la matriz causa-efecto del problema se puede definir el proyecto. Éste es un estudio en donde es necesario determinar las alternativas y viabilidad de realizar el proyecto.

El estudio de factibilidad debe enfocarse hacia el examen detallado y preciso de la alternativa óptima definida en el análisis de alternativas; colocando el énfasis en el mejoramiento de la valoración de beneficios y costos, lo que conlleva un incremento significativo de los recursos humanos y materiales utilizados en la etapa de prefactibilidad.

Con éste estudio se podrá contar con la información necesaria para definir los materiales, equipo, tecnología y calificación de personal que se requieren para la ejecución del proyecto de inversión, incluyendo su etapa de operación, y

la forma como el proyecto se apega a las prácticas aceptadas de ingeniería y a los desarrollos tecnológicos disponibles.

Se deben tener resultados sobre:

- Certeza muy alta en los costos de inversión y operación.
- Identificación de los terrenos y derechos de vía necesarios.
- El procedimiento constructivo y tecnología a utilizar.
- Los estudios básicos de ingeniería que definan las características topográficas, geotécnicas, de calidad del agua, aforos, caracterización, etc.
- El análisis de alternativas, esta es la parte fundamental que define con claridad cuál es el proyecto que debemos de realizar. Es necesario definir todas las alternativas de esquema integral de funcionamiento, de ubicación de la infraestructura, de tipos de tecnología, de diversas fuentes de abastecimiento, etc. Todas las alternativas deben costearse y presentar un análisis de ventajas y desventajas justificando la alternativa elegida.
- Las afectaciones identificadas en las zonas en donde se va alojar la infraestructura y las zonas de inundación, ya que podrían afectar significativamente los tiempos de ejecución de los proyectos.

Factibilidad Ambiental

Se debe vigilar que el proyecto este enmarcado en la normatividad ambiental vigente.

Que haya solicitado a la SEMARNAT el tipo de estudio que requiera realizar, pudiendo ser una exención, MIA (modalidad regional o particular). Preferentemente que ya se haya emitido el dictamen.

Que no afecte especies en peligro de extinción, afecte lugares con vestigios históricos o reservas de la biósfera o áreas naturales protegidas.

Un aspecto de suma importancia dentro de la evaluación del proyecto es considerar las **recomendaciones y medidas de mitigación** que se incluyan en el estudio ambiental, especialmente si representan un costo significativo en el proyecto.

Factibilidad Legal

En este estudio se debe analizar el aspecto legal del proyecto, desde que el ejecutor tenga la capacidad legal de concursarlo hasta el ceñimiento a la ley federal correspondiente.

Se debe identificar la problemática generada por las afectaciones en las zonas en donde se va alojar la infraestructura y/o las zonas de operación, construcción, acceso, incluso inundación, para su atención en términos legales ya

sea que se refiera a compra-ventas, cesiones, comodatos o bien expropiaciones, puesto que de no atenderse se podrían afectar significativamente los tiempos de ejecución de los proyectos.

Sobre los derechos de vía, se deben de tener identificados y solicitada su liberación ante las autoridades correspondientes.

Se debe verificar que las alternativas de solución propuestas cumplan con las leyes aplicables, como es la Ley de Aguas Nacionales, entre otras.

Factibilidad Financiera

En este estudio se debe analizar la viabilidad del ejecutor del proyecto u operador final de la infraestructura para realizarlo y operarlo con los diferentes recursos disponibles, los cuales son regularmente:

- La Generación Interna de Caja (GIC) o recursos propios,
- Recursos federales (APAZU, FINFRA, PRODDER, etc.),
- Recursos estatales, o bien
- Créditos, los cuales pueden ser nacionales o internacionales

La intención del estudio es determinar si la mezcla de recursos propuesta es suficiente o determinar la adecuada. Regularmente se cuida que exista el menor impacto posible a las tarifas.



I. Evaluación socioeconómica

En el universo de los proyectos³ se pueden distinguir los privados de los públicos. En el primer caso, se invierten recursos privados y se espera obtener un rendimiento para los inversionistas. En el segundo, al tratarse de un proyecto de la sociedad (entiéndase a la sociedad por todos los sectores en su conjunto), se invierten recursos del país y se espera obtener una mejora en su bienestar⁴. De esta manera, el origen de la inversión es diferente y diferentes también son los beneficios esperados. En consecuencia, la evaluación puede elaborarse tanto para proyectos privados como sociales (públicos). Las evaluaciones también pueden ser financieras o socioeconómicas.

Por lo anterior, se debe hacer énfasis que en materia de inversión pública no puede realizarse exclusivamente el análisis de rentabilidad privada o financiera que analiza los efectos sobre la riqueza de quién está realizando la inver-

sión, ya que es una visión limitada desde la perspectiva de la sociedad, pues para utilizar el recurso del gobierno que procede de aportaciones de la sociedad, debe orientarse hacia la identificación de los beneficios para la sociedad⁵.

Como ya se indicó, los resultados de la evaluación socioeconómica de un proyecto público difieren de una privada. Existen casos que presentan resultados contrapuestos entre sí; por ejemplo: la conservación de parques, escuelas públicas, defensa nacional, carreteras federales, pavimentaciones, servicios en zonas marginadas, etc., los cuales tienen un gran valor social pero no son redituables para un inversionista privado. Se puede decir que en la evaluación privada se consideran ingresos y egresos y en la evaluación socioeconómica costos y beneficios.

La evaluación socioeconómica de proyectos consiste en comparar los beneficios contra los costos que implican para la sociedad; es decir, determinar el impacto del proyecto en el bienestar de la sociedad⁶, el incremento

3 Proyecto: propuesta de acción que implica la utilización de un conjunto determinado de recursos para el logro de ciertos resultados esperados; según: Sanin, Héctor, "Guía metodológica general para la preparación y evaluación de proyectos de inversión social", ILPES, 1995.

4 CEPEP, "Apuntes sobre evaluación social de proyectos", 1999.

5 BANOBRAS, Evaluación Socioeconómica de Proyectos, Septiembre 2001.

6 Fontaine, Ernesto, "Evaluación social de Proyectos" Editorial Alfaomega, 1998.

en la economía del país o en mayor disponibilidad de bienes y servicios generados.

La definición anterior es coincidente con la contenida en los lineamientos de la Unidad de Inversiones de la SHCP, donde define a la evaluación socioeconómica (análisis costo y beneficio) como aquella que considera, en términos reales, los costos y beneficios directos e indirectos que los programas y proyectos de inversión generan para la sociedad, incluyendo externalidades y efectos intangibles.

A este tipo de evaluación se le conoce indistintamente como evaluación socioeconómica, análisis costo y beneficio, evaluación social (entendiendo todos los sectores de la sociedad), evaluación nacional e incluso simplemente evaluación económica, lo cual ha creado cierta confusión. Por ello, se sugiere utilizar el término socioeconómico, ya que en él se comprende el impacto en la sociedad en términos económicos.

En un análisis más detallado, además de los costos y beneficios empleados, se definen cuatro diferencias principales entre las evaluaciones socioeconómicas de proyectos públicos y privados, estas son: los precios empleados, los efectos indirectos, las externalidades y los efectos intangibles.

I.1 Precios sociales y precios privados

Una de las principales diferencias entre la evaluación privada y socioeconómica, es que la primera utiliza precios de mercado y la segunda utiliza precios sociales, también conocidos como precios sombra, precios de cuenta o precios



verdaderos. Se considera que regularmente estos precios no representan el verdadero costo que realmente tienen para la sociedad o el país⁷ debido a las imperfecciones del mercado existente.

Los precios sociales son aquellos que reflejan el costo real de la producción o utilización de un determinado bien o servicio. Se trata de los verdaderos valores que se calculan a partir de los precios de mercado, a los cuales se les aplica una serie de ajustes con la finalidad de eliminar las distorsiones o imperfecciones existentes en el mercado, como son los impuestos, subsidios, tipos de cambio, poder de mercado, monopolios, precios controlados y externalidades.

Otra definición útil de precios sociales se encuentra al remitirse a los lineamientos de la SHCP: son 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, de la divisa y del capital.

El método más sencillo para determinar los precios sociales es el de las distorsiones. Para ello se toma como base el precio de mercado del bien, se analizan las distorsiones, se cuantifican y valoran y se corrigen.

Costos de mano de obra

Es necesario ajustar los costos de un determinado proyecto por el tipo de mano de obra a utilizar en la ejecución del mismo, ésta se divide en calificada, semi-calificada y no calificada, con factores de corrección de 1.0, 0.8 y 0.7, respectivamente. Dichos factores reflejan el beneficio adicional que representa crear nuevas fuentes de trabajo. Por ejemplo, utilizar mano de obra no calificada costaría socialmente 0.7 veces lo que a precios de mercado cuesta ese empleo, ya que se refleja un beneficio social por evitar el desempleo de ese tipo de trabajadores. Lo anterior quiere decir que en la mano de obra semi-calificada y no calificada se refleja un beneficio por evitar el desempleo de este tipo de trabajadores, equivalente a un 20 y 30% respectivamente del costo de su trabajo, por lo que el costo social es menor al costo privado (es la valoración del ocio).

En lo que respecta a la mano de obra calificada no existe un beneficio adicional ya que teóricamente se encuentra en el libre mercado y está en posibilidades de estar empleada todo el tiempo. El costo social es igual al costo privado.

⁷ CEPEP, op. cit.

En la siguiente tabla se observa de un ejemplo para obtener el costo social de la mano de obra, el cual pasa de \$334 000 a \$304 000.

| Costos mensuales de mano de obra | | | | |
|-----------------------------------|--|-----------------|---------------|----------------|
| Para la operación y mantenimiento | | | | |
| Área | Costo mensual por tipo de mano de obra (pesos) | | | |
| | Calificada | Semi calificada | No calificada | |
| AREA GERENCIAL | | | | |
| Residente General | 50 000 | | | |
| Gerente de Operación | 35 000 | | | |
| Gerente de mantenimiento | 35 000 | | | |
| Director Administrativo | 28 000 | | | |
| BRIGADA DE OPERACIÓN | | | | |
| Operador Planta Potabilizadora | 28 000 | | | |
| Operador Planta de tratamiento | 28 000 | | | |
| Operador Planta de bombeo 1 | | 15 000 | | |
| Operador Planta de bombeo 2 | | 15 000 | | |
| Ayudante tipo 1 | | | 10 000 | |
| Ayudante tipo 2 | | | 10 000 | |
| BRIGADA DE MANTENIMIENTO | | | | |
| Jefe de brigada mecánico | | 20 000 | | |
| Jefe de brigada eléctrico | | 20 000 | | |
| Jefe de brigada Civil | | 20 000 | | |
| Ayudante tipo 1 | | | 10 000 | |
| Ayudante tipo 2 | | | 10 000 | |
| TOTAL COSTO PRIVADO | 204 000 | 90 000 | 40 000 | 334 000 |
| Factor Mano de obra | 1 | 0.8 | 0.7 | |
| TOTAL COSTO SOCIAL | 204 000 | 72 000 | 28 000 | 304 000 |

Costos de materiales

Los bienes inherentes a la ejecución de un proyecto los podemos dividir en comerciables y no comerciables. Los primeros son susceptibles de ser importables o exportables, es decir que tienen un costo de oportunidad en el país y por lo tanto tienen que ajustarse de acuerdo a un factor arancelario y un costo de oportunidad de la divisa. En este caso son materiales como la tubería, el cemento y equipos electromecánicos, mientras que los no comerciables son arena, grava y mate-

riales pétreos, por lo que en las obras habrá que revisar el componente o porcentaje de materiales comerciables.

Los valores del arancel promedio y costo de oportunidad de la divisa se obtienen del estudio realizado por el CEPEP "El costo de oportunidad social de la divisa", en donde los factores del año 2003 hasta el 2007 son iguales.

Proyección del costo de oportunidad social de la divisa 2003-2008.

| Año | Arancel promedio | Costo de oportunidad |
|------|------------------|----------------------|
| 2003 | 4.316 | 1.040 |
| 2004 | 4.316 | 1.040 |
| 2005 | 4.316 | 1.040 |
| 2006 | 4.316 | 1.040 |
| 2007 | 4.316 | 1.040 |
| 2008 | 4.315 | 1.040 |

Fuente: "El costo de oportunidad social de la divisa", CEPEP.

Para obtener el costo social de los bienes comerciables se aplica un factor de 0.99697, mientras que los bienes no comerciables no tienen ajuste alguno, exceptuando impuestos. El factor de los bienes comerciables se obtiene de la operación aritmética

$$\text{factor de corrección} = \left(\frac{1}{1 + \text{arancel promedio}} \right) \cdot \text{costo de oportunidad}$$

es decir $1/(1+0.04316) \cdot 1.04$

En la siguiente tabla se observa un ejemplo de la conversión de los materiales a precios sociales



Conversión de costos privados a sociales en el concepto de materiales

| Concepto | Importe Total sin IVA | % de materiales | Costos de materiales | Comerciables | No comerciables | Comerciables | No comerciables | Costo social de materiales |
|--------------------------------------|-----------------------|-----------------|----------------------|--------------|-----------------|--------------|-----------------|----------------------------|
| Obra de toma | 16 227 903 | 60% | 9 736 742 | 70% | 30% | 6 795 068 | 2 921 023 | 9 716 090 |
| Línea del acueducto | 325 817 000 | 65% | 211 781 050 | 90% | 10% | 190 025 418 | 21 178 105 | 211 203 523 |
| Cruces especiales | 10 307 308 | 60% | 6 184 385 | 30% | 70% | 1 849 694 | 4 329 069 | 6 178 763 |
| Planta de Bombeo 1 | 23 535 197 | 75% | 17 651 398 | 60% | 40% | 10 558 748 | 7 060 559 | 17 619 308 |
| Planta de Bombeo 2 | 16 374 290 | 75% | 12 280 718 | 60% | 40% | 7 346 104 | 4 912 287 | 12 258 391 |
| Control supervisorio | 4 084 880 | 80% | 3 267 904 | 25% | 75% | 814 501 | 2 450 928 | 3 265 429 |
| Línea de transmisión eléctrica | 5 584 255 | 80% | 4 467 404 | 25% | 75% | 1 113 467 | 3 350 553 | 4 464 020 |
| Derivaciones a los sitios de entrega | 253 517 479 | 60% | 152 110 487 | 90% | 10% | 136 484 633 | 15 211 049 | 151 695 682 |
| Supervisión (4%) | 26 217 932 | 10% | 2 621 793 | 0% | 100% | | 2 621 793 | 2 621 793 |
| | | | 420 101 880 | | | | | 419 022 999 |

I.2 Beneficios y costos sociales⁸

Para una correcta evaluación es necesario identificar todas las actividades sociales que se impactarán o se verán afectadas por el proyecto. Para ello, se debe comparar una situación sin proyecto contra otra que contemple el proyecto ya implementado e identificar, cuantificar y valorar los beneficios y costos sociales de cada una, a fin de determinar el diferencial entre ambas. **El diferencial obtenido se considerará como efecto neto atribuible al proyecto.**

Los **beneficios** quedan incluidos o representados por los recursos (bienes y/o servicios) que el proyecto otorga a la sociedad. Es decir que únicamente son factibles de considerarse los factores que impactan y repercuten en la sociedad. También podemos decir que se mide el crecimiento y desarrollo económico que produce el proyecto en el país.

Análogamente, los **costos** quedan incluidos o representados por los recursos (bienes y/o servicios) que, una vez implementado el proyecto, se consumen o destinan en su realización.

El proyecto produce bienes y servicios cuyo valor depende del uso que se les da. Un mayor uso de un bien final representa un mayor consumo o, si se trata de un insumo o materia prima, su uso permite una mayor producción de otros bienes. El consumo es indudablemente un beneficio para el país porque proporciona satisfacción directa al consumidor, así como la disponibilidad para incrementar la producción de otros bienes. En resumen, se puede decir que el valor asignable a un bien producido por el proyecto, es lo que gana el país por disponer de cierta cantidad de unidades adicionales del bien, suponiendo que se utilizarán de la mejor manera posible.

Ahora bien, para producir bienes y servicios, el proyecto va a requerir recursos productivos o insumos, como son materias primas, mano de obra y maquinaria, y su valor depende de los usos alternativos que tengan para el país.

En el caso de los insumos nacionales se observa lo siguiente:

- a. Disminución de su uso en otras actividades, ya sea un menor consumo, si es un bien de consumo final o para la utilización en la producción de otros bienes, en el caso de ser una materia pri-

⁸ BANOBRAS, "Evaluación Socioeconómica de proyectos" de 2001.

ma, por ejemplo el potabilizar agua para consumo doméstico y no utilizarla en la producción agrícola. Por ello, se trata de un costo, ya que representa la disminución del consumo de algún bien o la reducción en la producción, que también disminuye la satisfacción de la población por dicho consumo.

- b. Incremento de la producción del bien utilizado en el proyecto. Implica el uso de recursos productivos que en caso de no aplicarse en el proyecto, se utilizarían en la producción de otro bien.

Una consideración diferente se da para el caso de los bienes comerciables internacionalmente. Si un bien producido por el nuevo proyecto es exportable o sustituye parcial o totalmente a otros que se están importando, se obtiene un beneficio, ya que se reducirán las importaciones de dicho bien o se comercializará un mayor volumen hacia el extranjero y ambas acciones representan divisas adicionales para el país.

1.3 Intangibles

Gran cantidad de proyectos involucran costos y beneficios llamados intangibles, porque no se les puede asignar un valor monetario. El trato general que debe dárseles es el de especificar claramente la naturaleza del beneficio o del costo, discutir detalladamente la intangibilidad aducida y mencionarlo explícitamente en el estudio del proyecto⁹. Es conveniente destacar que en ocasiones ciertos intangibles pueden ser aún más importantes que los beneficios explícitamente valorados, que a pesar de arrojar una rentabilidad negativa, son recomendables por los beneficios que reportan a la salud humana, la preservación del medio ambiente o razones de seguridad nacional; lo recomendable en estas situaciones es hacer del conocimiento de tal condición a los tomadores de decisiones y no dejar de lado los intangibles, por el solo hecho de no poder valorar económicamente sus diferencias de clase¹⁰.

También se da el caso de proyectos con rentabilidad neta positiva que pueden ser rechazados por costos intangibles significativos (contaminación, destrucción de reservas ecológicas, entre otros).

Por eso, cuando se tienen efectos intangibles significativos que pueden cambiar el resultado del estudio socioeconómico, no sólo es importante el criterio del evaluador,

sino de todos los participantes y autoridades responsables y decisoras del proyecto.

1.4 Externalidades

Se llaman externalidades o efectos externos a las consecuencias de un proceso productivo o proyecto de inversión sobre la población o actividad económica ajena al mismo.

Un claro ejemplo es la contaminación producida por una localidad al descargar aguas residuales en una corriente que afecta a poblaciones, zonas turísticas o tierras agrícolas ubicadas aguas abajo. También en los casos del incremento de la explotación de pozos en un acuífero y que afecte el nivel dinámico de los pozos de otros usuarios en la zona.

La externalidad negativa se produce cuando el que provoca el daño no paga su costo, o existe una externalidad positiva cuando quién ocasiona el beneficio no se apropia a través de él mediante un cobro.

Por lo anterior, las externalidades, según sea el caso, se considerarán como beneficios o costos del proyecto.

La forma de cuantificarlos y valorarlos es mediante la medición del daño causado o a través de evitar el daño causado.

1.5 Criterios de rentabilidad y tasa de descuento social

Una vez establecidos y valorados los beneficios y costos sociales, se procederá a elaborar el flujo del proyecto y obtener el beneficio neto en cada periodo. Se recomienda que los periodos sean anuales. Los datos que se obtengan permitirán determinar la rentabilidad del proyecto aplicando diferentes criterios.

Los criterios empleados con mayor frecuencia son el valor presente neto social o Valor Actual Neto Social (VANS), la Tasa Interna de Retorno Social (TIRS), la relación beneficio costo (B/C) y la Tasa de Rentabilidad Inmediata (TRI). Para todos los proyectos el principal criterio empleado es el VANS, aunque en algunos de ellos es conveniente determinar la TIRS como medida de rentabilidad adicional.

Un elemento fundamental en la determinación de los principales indicadores de rentabilidad es la **tasa de descuento social** (TSD) empleada, que representa el costo de oportunidad social del dinero. En este caso, se habla del costo de oportunidad de los recursos federales que se pretenden destinar a los proyectos por evaluar y que la SHCP ha fijado en 12% para todos los proyectos del subsector.

9 Fontaine, Ernesto, Op. Cit.

10 CONAGUA, "Manual de Ingeniería de Ríos", Evaluación de proyectos, Capítulo 24, 1993.

a) Valor Actual Neto Social (VANS)

El VANS consiste en llevar al presente todos y cada uno de los beneficios netos a ocurrir o estimados en la vida útil u horizonte de evaluación del proyecto (beneficios netos futuros), con el fin de conocer el efecto neto del proyecto en el momento de la toma de decisión. La fórmula para calcular este indicador es:

$$VANS = \sum_{t=0}^n \frac{BNS_t}{(1+r_t)^t}$$

donde:

- VANS es el Valor Actual Neto Social,
- BNS_t es el Beneficio Neto Social en el año t, y
- r es la tasa de descuento social

El criterio de decisión para este indicador es el siguiente: si el VANS es mayor que cero se acepta el proyecto; si es menor se rechaza; si es igual a cero, el indicador es indiferente para definir la conveniencia de realizar o no el proyecto. Se puede tomar una decisión complementando el cálculo con la tasa interna de retorno social.

b) Tasa Interna de Retorno Social (TIRS)

Este indicador de rentabilidad se determina en función del VANS y se define como aquella tasa de descuento que al calcular el VANS lo iguala a cero.

Erróneamente se considera la existencia de una sola TIRS, pero al analizar con detalle la fórmula para su obtención, se

observa que matemáticamente se están encontrando la(s) raíz(es) de un polinomio de grado igual al número de años considerados en el horizonte de proyecto; es decir "t", y como es sabido un polinomio de grado "t" puede inclusive no tener raíces en el dominio de los números reales.

Por lo anterior es importante comentar que si en el flujo final de efectivo existen varios cambios de signos al existir reinversiones cada determinado año o situaciones similares, la TIRS puede marcar error en su cálculo debido a que existen tasas complejas con múltiples raíces (es decir, existen varios cambios de signo del VANS a lo largo de los flujos de efectivo y cruces del eje de las abscisas, lo cual significa que existen varias tasas de rentabilidad asociadas a VANS iguales a cero), o bien muy elevadas, consideradas como improbables pues se vuelve el VANS asintótico con el eje de las tasas. La figura I.1 es un ejemplo de lo anterior.

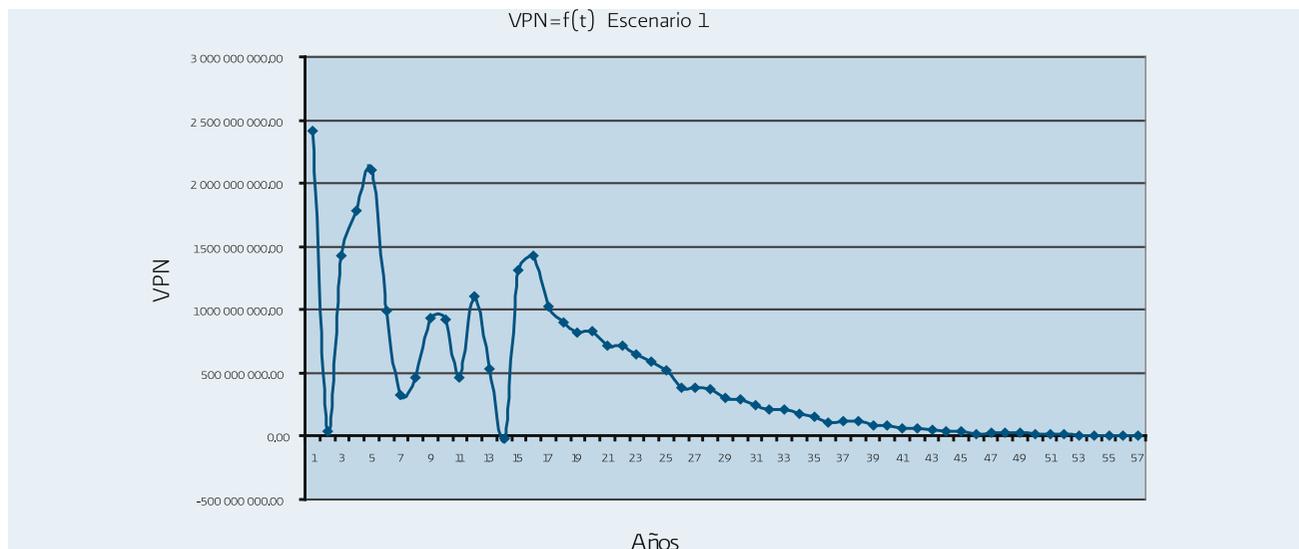
En términos simples, la TIRS nos indica el punto hasta el cual se puede aumentar la tasa de descuento y el proyecto resulta aún rentable. La fórmula que define a la TIRS es: donde:

$$\sum_{t=0}^n \frac{BNS_t}{(1+\alpha)^t} = 0$$

- α es la Tasa Interna de Retorno Social, TIRS,
- BNS_t es el Beneficio Neto Social en el año t

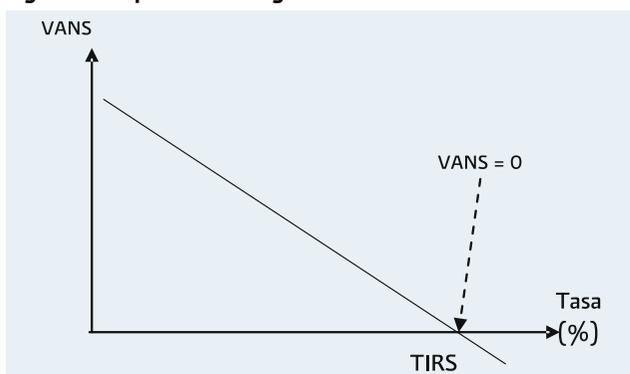
El criterio de decisión para este indicador será análogo al del VANS. Si la TIRS es mayor que la tasa social de descuento empleada se acepta el proyecto, si es menor se rechaza

Figura I.1 Representación gráfica de la TIRS



y si es igual, este indicador es indiferente para decidir si conviene llevar a cabo o no el proyecto.

Figura 1.2 Representación gráfica de la TIRS



c) Tasa de Rentabilidad Inmediata Social (TRIS)

El momento óptimo para la entrada en operación de un proyecto cuyos beneficios son crecientes en el tiempo se determina cuando la TRIS es igual o mayor que la tasa social de descuento (12% de acuerdo a los lineamientos emitidos por la SHCP).

$$TRIS = \frac{BNS_{t+1} - CNS_{t+1}}{IS_t}$$

donde:

- BNS_{t+1}** Beneficio Neto Social, en el año t+1
- CNS_{t+1}** Costo Neto Social total en el año t+1
- IS_t** Monto total de inversión social valuada al año t (costos de inversión exclusivamente)
- t** Año en que termina la construcción del proyecto
- t+1** Primer año de operación

La Tasa de Rendimiento Inmediato Social nos indica que el año óptimo (t), para la entrada en operación de las obras, será cuando la tasa social es igual o mayor que la tasa de descuento, en donde la construcción se considera en un número de años (m), con lo cual se calculará el momento óptimo de inversión de la siguiente manera:

$$\text{Momento óptimo de inversión} = t - m$$

donde:

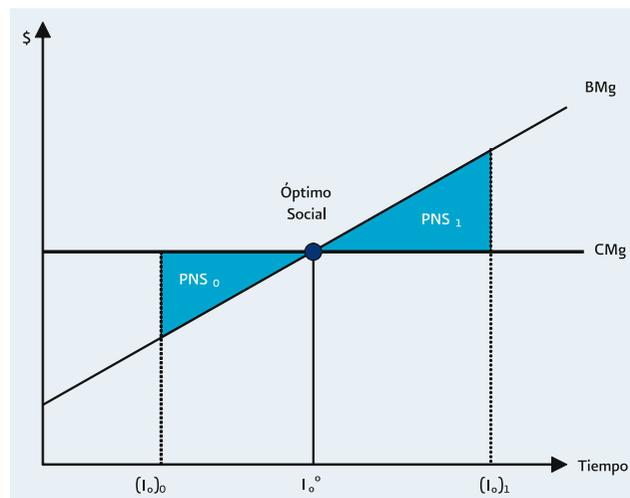
- t** año óptimo de entrada en operación del proyecto
- m** período de construcción del proyecto

Es importante considerar que este beneficio está asociado con proyectos que tengan beneficios crecientes en el tiempo, especialmente asociados con el crecimiento poblacional, por lo que en proyectos de protección a centros de población

en donde los beneficios son prácticamente constantes en el tiempo, o en los de plantas de tratamiento en donde los beneficios agrícolas dependen de una tasa de incorporación en el tiempo, podría no ser aplicable o tener algún significado.

Para comprender mejor el concepto de la TRI o momento óptimo, se puede analizar la siguiente figura:

Figura 1.3 Representación gráfica del VANS



Si la inversión del proyecto (I_0) se realiza previo al momento óptimo, se tendrá la pérdida neta social PNS_0 que se mide bajo la curva de costo marginal, en cambio si se realiza posteriormente se tendrá la pérdida neta social PNS_1 que se mide bajo la curva de costo marginal.

Como un ejemplo del cálculo podemos tener el siguiente flujo costo-beneficio:

| Tasa de descuento | 12% | | | | | |
|-------------------------|-----|------|------|-----|-----|-----|
| Año | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Beneficios del Proyecto | | | | | | |
| Beneficio 1 | | | | 100 | 120 | 130 |
| Beneficio 2 | | | | 150 | 160 | 170 |
| Beneficio 3 | | | | 170 | 180 | 190 |
| Beneficio 4 | | | | 180 | 190 | 200 |
| Beneficio 5 | | | | 200 | 200 | 200 |
| Beneficios totales | 0 | 0 | 0 | 800 | 850 | 890 |
| Costos del proyecto | | | | | | |
| Costo 1 | 25 | 75 | 100 | | | |
| Costo 2 | | 50 | 50 | | | |
| Costo 3 | | 25 | 25 | | | |
| Costo 4 | | 20 | 20 | | | |
| Costo 5 | | | | 15 | 15 | 15 |
| Costos totales | 25 | 170 | 195 | 15 | 15 | 15 |
| Flujo de efectivo | -25 | -170 | -195 | 785 | 835 | 875 |

Como se había mencionado:

| | | | |
|------|---|---|--|
| | Beneficio total en el primer año de operación | - | Costos totales en el primer año de operación |
| TRI= | ----- ----- ----- | | |
| | Monto total de inversión valuado al año en que termina la construcción del proyecto | | |

Por lo que sustituyendo valores

- Costos al terminar la construcción del proyecto = $195+(170 \cdot 1.12)+(25 \cdot 1.12^2) = 416.76$
- Flujo de efectivo en el primer año de operación = **785**
- **TRI** = $416.76/785 = 53.09\%$

Lo anterior quiere decir que al ser mayor a la tasa de descuento su momento óptimo de construcción ya esta rebasado y se debe proceder a su realización.

1.6 Evaluación socioeconómica de un proyecto

Esta sección tiene como objetivo proporcionar los criterios generales para formular y presentar los estudios de evaluación socioeconómica. Cada proyecto debe analizarse de manera particular y, en su caso, complementarse con los estudios aquí mencionados.

La información necesaria para estimar los beneficios y costos del proyecto, así como su rentabilidad, se obtiene de los estudios técnicos, de oferta-demanda y del análisis de la información administrativa, operativa y comercial del organismo operador o del promotor del proyecto. Por ello, es importante que el organismo operador y demás instituciones involucradas, incluyan los respaldos de los datos empleados. Se debe tomar como fuente principal la información oficial publicada por el Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI), el Consejo Nacional de Población (CONAPO), encuestas de campo, organismos operadores, comisiones estatales del agua, dependencias federales y municipales o la propia CONAGUA. Es necesario resaltar que ya no será válido realizar proyecciones poblacionales por diferentes métodos a los valores de CONAPO.

En ocasiones, cuando se analiza la situación actual, se observa que con la finalidad de cumplir con el servicio, los organismos operadores requieren utilizar prácticas o medidas de operación provisionales o emergentes, ya que

la infraestructura existente es insuficiente o inadecuada. Dichas condiciones, no se deben considerar como elementos de la situación actual sin proyecto, sino que ésta debe valorarse en función de la capacidad real con la infraestructura operando en forma correcta.

Las etapas fundamentales en la formulación y realización de una evaluación socioeconómica son tres.

- La definición de la problemática que genera la necesidad de realizar una evaluación para sustentar una decisión.
- La propuesta de solución con base en un proyecto particular y específico, derivado de una selección de alternativas.
- La realización propiamente de la evaluación socioeconómica, es decir, establecer los costos y beneficios con su respectivo análisis y determinación de los indicadores de rentabilidad.

Si bien esas son las etapas fundamentales, en su presentación será necesario acompañar el estudio con una serie de análisis complementarios y descriptivos para su correcto planteamiento. A continuación se enlistan los apartados recomendables para la presentación ordenada del estudio de acuerdo en lo estipulado en 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 de la SHCP en marzo de 2008¹¹.

1.6.1 Resumen ejecutivo

El resumen ejecutivo deberá presentar una visión global del proyecto, describiendo brevemente sus aspectos más relevantes. Se explicará en forma concisa la necesidad a cubrir o la problemática que se pretende resolver, las principales características del proyecto, las razones por las que la alternativa elegida es la más conveniente para resolver dicha problemática o atender esa necesidad, sus indicadores de rentabilidad y los riesgos asociados a su ejecución.

Este apartado debe describir brevemente los siguientes aspectos:

- Problemática que origina al proyecto y promotor del mismo.
- Descripción del proyecto a realizar.
- Listado general de obras y el monto privado con impuesto al valor agregado (IVA), haciendo referencia a la fecha en la cual se están presentando los montos, en cada una de las obras se indicará el número de habitantes beneficiados e incremento en la cobertura de los servicios (según sea el caso) derivados de la ejecución del proyecto (para plantas de tratamiento se

11 Se recomienda revisar periódicamente la vigencia de los mismos. La variación en la estructura entre los lineamientos de 2005 y 2008 es mínima.

utilizarán litros por segundo en lugar de habitantes), se sugiere la siguiente tabla:

| Obra o grupo de obras | Precio privado con IVA | Precio social | Incremento de cobertura (%) | Habitantes incorporados ¹² | Habitantes mejorados ¹³ |
|-----------------------|------------------------|---------------|-----------------------------|---------------------------------------|------------------------------------|
| | | | | | |
| | | | | | |

Es necesario incluir un resumen de la identificación, cuantificación y valoración de los costos y beneficios del proyecto, así como de las conclusiones y recomendaciones pertinentes, resaltando los parámetros críticos que merecen atención especial a fin de cumplir los objetivos del proyecto y lograr la rentabilidad esperada, incluyendo los intangibles.

Tabla I.1 Resumen del estudio de evaluación socioeconómica

| Tabla resumen | |
|--|------|
| Horizonte de evaluación | Años |
| Tasa social de descuento | % |
| Valor Actual de los Costos Sociales (VACS) | \$ |
| a) | \$ |
| b) | \$ |
| c) | \$ |
| Valor Actual de los Beneficios Sociales (VABS) | \$ |
| a) | \$ |
| b) | \$ |
| c) | \$ |
| Valor actual neto social (VANS) | \$ |
| Tasa Interna de Retorno Social (TIRS) | % |
| Tasa de Rentabilidad Inmediata Social (TRIS) | % |

1.6.2 Situación sin proyecto y posibles soluciones

En esta sección se deberá presentar un diagnóstico de la situación actual que da origen a la posibilidad de llevar a cabo el proyecto, resaltando la problemática que se pretende resolver o la necesidad que se busca atender a través del proyecto mismo.

Se incluirán los datos más relevantes que describan la situación actual, como son número de tomas y/o descargas en su diferente clasificación, cobertura de micro y macro-medición y eficiencia física y comercial del sistema, entre otros. Estos datos serán proporcionados por el organismo operador o la institución promotora del proyecto. Se debe

incluir la descripción general de los sistemas de agua potable, alcantarillado y saneamiento y sus coberturas.

Para el caso de los proyectos de protección a centros de población se debe incluir la descripción general del funcionamiento hidráulico de las aguas superficiales, su operación programada en emergencias, las condiciones de funcionamiento en los aspectos relevantes de interacción entre las corrientes, ríos, arroyos o cuerpos de agua y los centros de población.

Es recomendable utilizar fotografías, planos, mapas y croquis que permitan visualizar la ubicación de las localidades involucradas, las fuentes de abastecimiento, los sistemas de agua potable y alcantarillado, así como las plantas de tratamiento existentes especificando tanto su capacidad instalada como la de operación.

También es necesario describir con detalle la problemática que dio origen al proyecto, describiendo el impacto y las afectaciones de su realización, las cuales deberán ser congruentes con los beneficios del proyecto.

Se deberán señalar y explicar las alternativas consideradas, las cuales deben demostrar que se está utilizando la alternativa más viable desde el punto de vista técnico, legal y social, justificando la decisión tomada. Es conveniente incluir una tabla comparativa para las alternativas con costos por metro cúbico, altura o nivel de protección u otra unidad comparable. La metodología de costo-eficiencia también es válida para el análisis de alternativas, si es que los beneficios se pueden considerar los mismos en todas.

Es conveniente aclarar que existen condiciones en que la solución técnica a la problemática es sólo una (como una red de alcantarillado). Sin embargo, aún en esos casos existen análisis de alternativas básicas, por ejemplo, el uso de diferentes materiales en las tuberías.

Describir y justificar la opción tecnológica, técnica, de funcionamiento o de infraestructura propuesta en razón de la calidad y cantidad del bien o servicio a ofrecerse, incluyendo los principales equipos, instalaciones e insumos involucrados. Debe justificarse que la capacidad y calidad sean las óptimas en función de su localización, economías de escala, disponibilidad de insumos y normatividad.

Es necesario aclarar que de acuerdo con la normatividad vigente, en el caso de tratamiento de aguas residuales, **la aportación federal será sólo para solucionar la problemática que permite u obliga al organismo operador a llevar el tratamiento de las aguas generadas al nivel señalado**

12 Habitantes incorporados: son aquellos a los que se les incorpora al servicio formal.

13 Habitantes mejorados: son a los que se les mejorará el servicio actual.

en las normas oficiales mexicanas o a las condiciones particulares de descarga que se tengan. Aunque la evaluación debe realizarse sobre el monto total del proyecto, en caso en que se esté contemplando una mayor calidad en el efluente debido al reuso previsto para el agua residual tratada a la que obliga la normatividad aplicable, el organismo operador deberá aportar los recursos faltantes para las obras complementarias mediante otro esquema de financiamiento.

En este capítulo es importante destacar la “Situación Actual Optimizada”, la cual consiste en determinar acciones adicionales a las que se estén llevando a cabo (acciones siempre de bajo costo) que permitan optimizar la situación actual y no atribuirle al proyecto beneficios y costos que no le corresponden, debido a que podrían conseguirse sin realizar la inversión del proyecto. El efecto de las medidas de optimización deberá proyectarse a lo largo del período de evaluación, con el fin de asegurar que en la evaluación solamente se consideren los beneficios legítimamente atribuibles a la realización del proyecto en cuestión.

Estas medidas pueden ser planes o proyectos de inversión que se tengan programados o en marcha, es decir, que se van a realizar independientemente de que se lleve a cabo el proyecto de inversión en análisis.

Algunos ejemplos de medidas de optimización para las obras de agua potable son el incremento en la medición y eliminación de la tarifa fija para ajustar consumos, rehabilitación u optimización de fuentes actuales. En el caso del alcantarillado, pueden ser colectores marginales que disminuyen el escurrimiento de agua de lluvia que llega a las plantas de tratamiento de aguas residuales. Cabe destacar que esta optimización presenta dificultades de aplicación en obras de alcantarillado y plantas de tratamiento, así como en proyectos de protección contra inundaciones.

Para los proyectos de incremento en la oferta de agua potable o nuevas fuentes, se debe considerar como parte de la situación actual los programas de los organismos operadores para disminuir pérdidas de agua durante el horizonte del proyecto hasta índices adecuados, lo cual permite ajustar el tamaño de la nueva infraestructura, reduciendo inversiones. No es viable considerar el incremento de la oferta si no va acompañado por programas de este tipo de acciones. También es adecuado incluir programas de sectorización y de mejoramiento de la distribución.

A partir de la situación sin proyecto optimizada, se deberá incluir un análisis de la oferta y demanda actuales, así como

de su evolución esperada a lo largo del horizonte de evaluación. Para ello, se deberá señalar la metodología y los supuestos utilizados, así como la justificación de los mismos.

En los anexos A y H se amplía la información referente a los proyectos de agua potable y tratamiento de aguas residuales, respectivamente.

a) Análisis de oferta - demanda

En economía, el análisis de oferta-demanda tiene como finalidad estimar el comportamiento del mercado ante el bien objeto de la evaluación. Para el caso particular de un bien como el agua, este análisis se hace a partir de la disponibilidad del líquido y las condiciones de demanda de dicho bien, ya sea por los usuarios domésticos o los consumidores alternos (agricultores, industriales, comerciantes, etc.). Este enfoque involucra cantidades (volúmenes) del bien y su relación con el precio, ya sea de producción o disposición al pago.

Generalmente en ingeniería, el análisis de oferta-demanda se realiza con respecto al tiempo y una dotación, pero no en función del precio. Algunos cuestionamientos al respecto son: cuál es la demanda actual, existe o cuándo existirá déficit o superávit de agua potable o residual, cuándo será necesario un nuevo acueducto; cuándo deberá entrar en operación un módulo adicional de una planta potabilizadora o tratadora de aguas residuales; entre otros. En este documento se presenta esquemáticamente los análisis con ambos enfoques, pues la ingeniería asocia la demanda con el tiempo y la oferta con respecto al recurso e infraestructura disponible y necesaria para cubrir dicha demanda, mientras que la economía la asocia con los costos.

a. Oferta

Consiste en determinar las condiciones actuales en que se generan los bienes o servicios que el proyecto va a producir. Debe incluir una descripción de la infraestructura de producción disponible, considerando aspectos como capacidad de producción y operación, localización de la misma, ventajas, desventajas, así como la calidad de los bienes y servicios producidos. Para ello se requiere determinar las condiciones de las instalaciones y su capacidad de operación¹⁴.

14 SHCP, “Lineamientos para la elaboración de los análisis Costo-Beneficio de los Programas y Proyectos de Inversión y para los formatos que se utilizarán en la Cartera y la Integración de los Programas y Proyectos de Inversión al Proyecto PEF 2003”, oficio circular no. 511.1/096/02-C.

Por otro lado, es necesario analizar y determinar las variables que afectan la oferta del bien y su proyección, como sequías, lluvias intensas, fenómenos meteorológicos extremos, contaminación, abatimientos, crecimiento poblacional “normal” o excepcional, urbanización de los terrenos asociada y toda información que permita realizar un pronóstico de su comportamiento. Se deben sustentar y justificar las condiciones descritas.

b. Balance hidráulico

Si el proyecto es una nueva fuente de abastecimiento, se describirán las necesidades de abastecimiento de la población, así como la oferta actual y la esperada. Esta información, así como el balance hidráulico y la interpretación de resultados debe también estar debidamente respaldada y justificada.

Para el caso de agua potable se puede incluir una tabla como la siguiente:

Tabla I.2 Proyección de la oferta en un proyecto de agua potable

| Año | Oferta (l/s) | | | | Total |
|------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|-------|
| | Batería de pozos 1 | Batería de pozos 2 | Batería de pozos 3 | Fuente superficial | |
| 2007 | 105 | 310 | 264 | 283 | 962 |
| 2008 | 105 | 310 | 197 | 264 | 876 |
| 2009 | 105 | 310 | 197 | 246 | 858 |
| 2010 | 105 | 400 | 197 | 223 | 925 |
| 2015 | 105 | 400 | 197 | 203 | 905 |
| 2020 | 105 | 400 | 197 | 185 | 887 |
| 2025 | 105 | 400 | 197 | 168 | 870 |
| 2030 | 105 | 400 | 197 | 153 | 855 |

Para la estimación de la oferta, hay que considerar la situación actual y futura de las fuentes para definir cuál sería el gasto viable de proyectarse para cada fuente, de acuerdo a las condiciones hidrológicas y de explotación, para tener un escenario realista de la oferta. Resultado de las medidas de optimización se puede incluir oferta procedente de otras fuentes y de recuperación de caudales, por lo que se puede dar el caso de que los caudales proyectados disminuyan o se incrementen.

Como parte de la proyección de la situación actual, en lo correspondiente a abastecimiento mediante pozos profundos, es más probable que se pueda mantener la oferta actual mediante la incorporación de nuevos pozos o profundización de los existentes, aunque sea en contra de la recarga y posiblemente de la calidad. Cuando se trate de fuentes superficiales

la proyección deberá de comprender un análisis histórico de los caudales, ya que su capacidad depende de varios factores, por lo que podrá ser mayor o menor al actual.

b) Demanda

a. Enfoque Ingenieril o clásico

Desde el enfoque de la ingeniería, se deben describir y analizar las características tanto del bien o servicio solicitado (condiciones actuales en que se consume o necesita: cantidad, calidad, frecuencia, etc.), como de sus demandantes (número, sector, impacto, uso del bien, etc.). El análisis debe incluir el comportamiento histórico de las variables enunciadas, y la estimación de su comportamiento futuro.

Todos los proyectos deben incluir la problemática que los origina y el beneficio que brindarán a la población para justificar su realización.

Para proyectos de alcantarillado se deben exponer, además, las consecuencias de no realizar el proyecto, así como la proyección de las descargas que se dejarían de incorporar al sistema.

Cuando se realizan proyectos de saneamiento, se debe hacer primero el análisis de la demanda de agua potable con relación al tiempo y tomando en cuenta la cobertura de alcantarillado y el factor de uso consuntivo o, de preferencia, la información de aforos realizados.

En el caso de proyectos de protección contra inundaciones, la demanda quedará representada por la exigencia o nivel de seguridad que se debe proveer a los centros de población o a las áreas productivas afectadas; en nuestro país generalmente las situaciones imperantes son de remediación y no de prevención. Una gran parte de estos proyectos obedecen a condiciones extremas en las que la demanda de seguridad se origina por la urbanización intensiva de áreas contiguas a los cuerpos de agua, por la degradación forestal de las cuencas generadoras de escurrimientos, por los cambios climáticos globales y regionales acaecidos en años recientes o por las condiciones geomorfológicas de las zonas de influencia de cada proyecto.

Para nuevas fuentes de agua potable se debe estimar la demanda en un periodo de tiempo y explicar la metodología de cálculo. Es necesario exponer y justificar los supuestos utilizados para obtener cada estimación. Para la proyección de la curva **no** se deben considerar cambios en los hábitos de consumo, y deben utilizarse los datos (tasas e índices) de población oficial del INEGI y CONAPO, con relación a la dotación actual.

El consumo se debe obtener con base en los datos de la facturación actual por tipo de usuario, sin considerar restricciones ni tandeos, pero con micromedición. A estos valores se le agregarán las pérdidas físicas para obtener la demanda agregada y la dotación. Cabe señalar que ya no es práctico ni suficiente exclusivamente utilizar un valor de dotación constante con base a lineamientos, ya que podría estar muy alejado de la realidad de la localidad y no reflejar un esquema de disminución de pérdidas físicas. En la figura I.4 se presenta una curva típica de oferta y demanda de agua en un periodo de tiempo (25 años).

Cuando se requiera evaluar la sustitución de la fuente actual de agua potable por una nueva, es necesario incluir en el análisis los aspectos determinados en la evaluación técnica, ya que puede contener factores determinantes que influyan en la determinación de su viabilidad y el momento óptimo para su realización, como son la calidad del agua o vida útil de la fuente.

b. Enfoque económico de la demanda

En el análisis de la relación oferta–demanda, se mencionaron dos enfoques para hacerlo, el ingenieril, previamente descrito y el económico, aunque su discusión se presenta a detalle en el anexo A, en este apartado se tratará brevemente este enfoque.

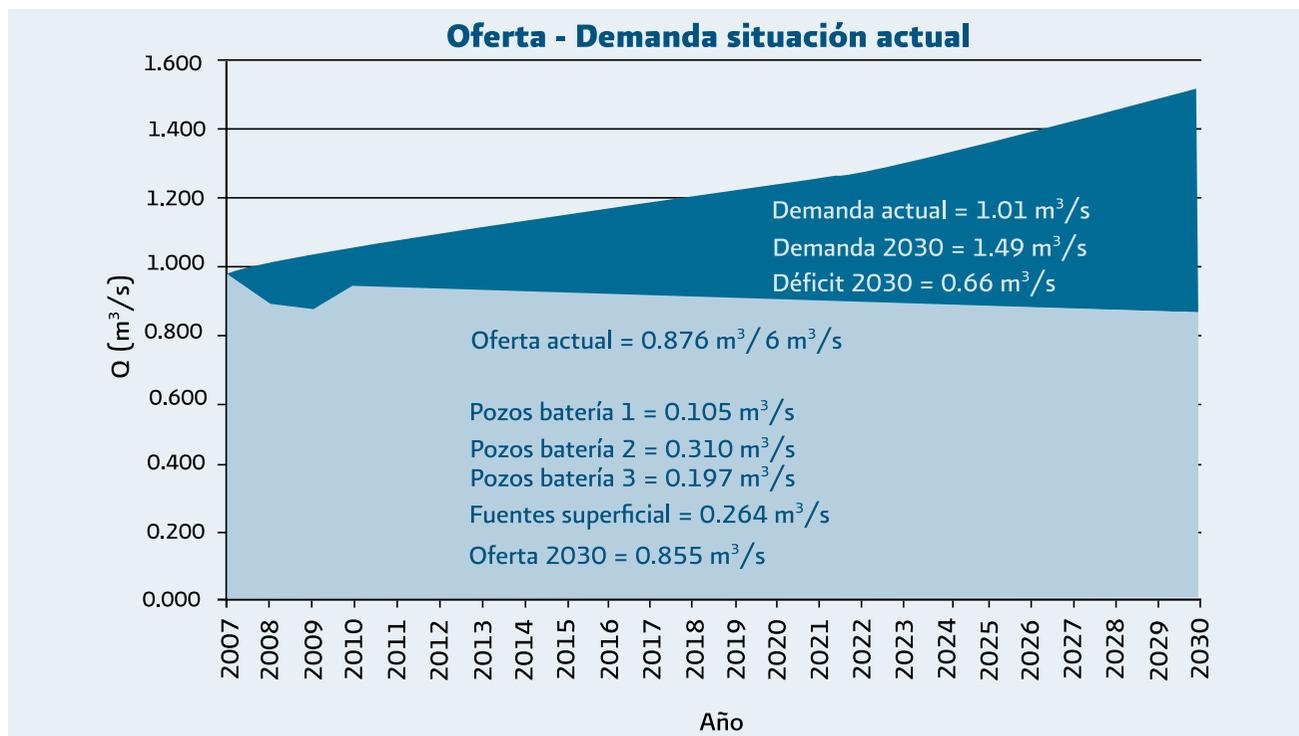
Para construir la curva de demanda en el sentido económico se realiza un análisis identificando los costos implícitos al bien o servicio estudiado, como por ejemplo: acarreos, tiempo de espera, bombeos, etc., los cuales afectan al consumo de los demandantes; ya identificados tales costos, habrá que cuantificarlos y valorarlos, con el fin de incluirlos en el costo social del bien.

Algunas técnicas para asignar el valor monetario pueden ser las relacionadas con el valor del tiempo destinado a la realización de una cierta actividad: costos de viaje, incluso los precios hedónicos¹⁵.

Lo que se hace es construir una curva de disponibilidad a pagar por el agua, en la cual a un determinado precio (P) se está dispuesto a consumir un volumen de dicho bien (Q); cuando el precio se desplaza a P_1 , los usuarios o consumidores del bien tienen un consumo (Q_1), como es el caso de las zonas que carecen de servicio formal de agua potable. Cuando estos usuarios observan precios elevados del bien y experimentan un precio menor (P_2) y un mejor servicio (conexión a la red), tenderán a consumir un mayor volumen

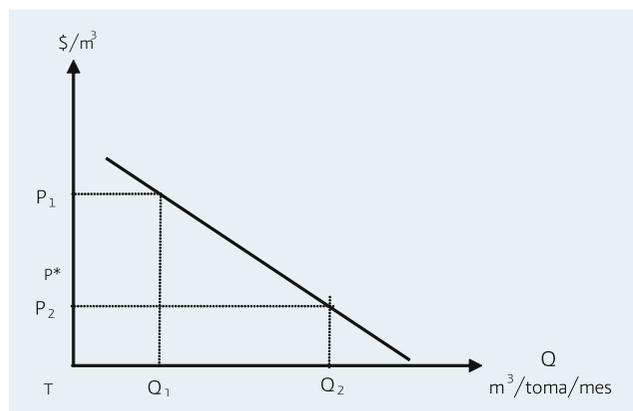
¹⁵ Precios Hedónicos: técnica mediante la cual se obtiene, por comparación, la valoración que el consumidor o el mercado hace o paga por un determinado atributo o bien.

Figura I.4 Curva Oferta-Demanda de Agua Potable



(Q_2). La representación gráfica de este comportamiento es la siguiente:

Figura I.5 Curva de demanda de agua potable respecto al precio



La teoría económica nos dice que considerando las tarifas de agua potable, las cuales deben de comprender todos los

costos de proporcionar el servicio (costo marginal social), es posible obtener el agua que se está dispuesto a consumir y con base en eso construir la demanda de la localidad. Pero cuando se analiza la realidad del subsector y se observan las distorsiones de la tarifa, subsidios cruzados entre usuarios y una oferta restringida por condiciones hidrológicas, es mejor partir de un análisis de consumos en zonas con micromedición, sin restricciones de consumo y de estrato socioeconómico representativo para determinar los consumos de proyectos y de ahí partir para calcular la demanda.

Es importante destacar que la proyección de la demanda por el método ingenieril y el económico no siempre son coincidentes y en caso necesario habrá que analizar las posibles adecuaciones al tamaño del proyecto. Un ejemplo de la proyección de la demanda es la tabla I.3.

Es muy importante que para la proyección de la demanda, se contemplen las medidas de optimización y otros proyectos del organismo operador que influyan en su es-

Tabla I.3 Proyección de la demanda de agua potable

| Año | Población CONAPO (Hab) | Cob. (%) | Población cubierta (Hab) | Tomas domésticas (tomas) | Consumo doméstico (m³/toma/mes) | Consumo doméstico (m³/s) | Tomas comerciales (tomas) | Consumo comercial (m³/toma/mes) | Demanda comer. (m³/s) |
|------|------------------------|----------|--------------------------|--------------------------|---------------------------------|--------------------------|---------------------------|---------------------------------|-----------------------|
| 2007 | 313 908 | 96% | 301 352 | 79 303 | 14.39 | 0.43 | 5 429 | 27 | 0.06 |
| 2008 | 324 701 | 97% | 314 960 | 82 884 | 14.39 | 0.45 | 5 711 | 27 | 0.06 |
| 2009 | 335 590 | 97% | 325 522 | 85 664 | 14.39 | 0.47 | 5 993 | 27 | 0.06 |
| 2010 | 346 578 | 97% | 336 181 | 88 469 | 14.39 | 0.48 | 6 276 | 27 | 0.06 |
| 2011 | 357 671 | 97% | 346 940 | 91 300 | 14.39 | 0.50 | 6 558 | 27 | 0.07 |
| 2012 | 368 866 | 97% | 357 800 | 94 158 | 14.39 | 0.52 | 6 841 | 27 | 0.07 |
| 2013 | 380 169 | 97% | 368 764 | 97 043 | 14.39 | 0.53 | 7 123 | 27 | 0.07 |
| 2014 | 391 576 | 97% | 379 829 | 99 955 | 14.39 | 0.55 | 7 405 | 27 | 0.08 |
| 2015 | 403 095 | 97% | 391 002 | 102 895 | 14.39 | 0.56 | 7 688 | 27 | 0.08 |
| 2020 | 462 212 | 97% | 448 346 | 117 986 | 14.39 | 0.65 | 9 100 | 27 | 0.09 |
| 2025 | 523 093 | 97% | 507 400 | 133 526 | 14.39 | 0.73 | 10 512 | 27 | 0.11 |
| 2030 | 584 454 | 97% | 566 920 | 149 189 | 14.39 | 0.82 | 11 924 | 27 | 0.12 |

| Año | Tomas indust. (tomas) | Consumo industrial (m³/toma/mes) | Demanda industrial (m³/s) | Tomas Gobierno (tomas) | Consumo Gobierno (m³/toma/mes) | Demanda gob. (m³/s) | Consumo del sistema (m³/s) | Pérdidas del sistema (%) | Demanda Total (m³/s) |
|------|-----------------------|----------------------------------|---------------------------|------------------------|--------------------------------|---------------------|----------------------------|--------------------------|----------------------|
| 2007 | 850 | 250 | 0.08 | 460 | 205 | 0.04 | 0.61 | 38.0% | 0.98 |
| 2008 | 870 | 250 | 0.08 | 482 | 205 | 0.04 | 0.63 | 37.2% | 1.01 |
| 2009 | 890 | 250 | 0.08 | 504 | 205 | 0.04 | 0.65 | 36.3% | 1.03 |
| 2010 | 910 | 250 | 0.09 | 526 | 205 | 0.04 | 0.68 | 35.5% | 1.05 |
| 2011 | 929 | 250 | 0.09 | 548 | 205 | 0.04 | 0.70 | 34.6% | 1.07 |
| 2012 | 949 | 250 | 0.09 | 570 | 205 | 0.04 | 0.72 | 33.8% | 1.09 |
| 2013 | 969 | 250 | 0.09 | 592 | 205 | 0.05 | 0.74 | 32.9% | 1.11 |
| 2014 | 989 | 250 | 0.09 | 614 | 205 | 0.05 | 0.77 | 32.1% | 1.13 |
| 2015 | 1 009 | 250 | 0.10 | 635 | 205 | 0.05 | 0.79 | 31.2% | 1.15 |
| 2020 | 1 108 | 250 | 0.11 | 745 | 205 | 0.06 | 0.90 | 27.0% | 1.24 |
| 2025 | 1 207 | 250 | 0.11 | 854 | 205 | 0.07 | 1.02 | 25.0% | 1.36 |
| 2030 | 1 306 | 250 | 0.12 | 964 | 205 | 0.08 | 1.14 | 25.0% | 1.52 |

timación, como pueden ser la reducción de las pérdidas físicas en el sistema, el incremento en la micromedición y optimización de la distribución.

c) Comparativa oferta-demanda

Una vez que se cuente con las proyecciones de la oferta y la demanda, se puede realizar la comparación entre ambas para determinar el déficit y necesidades de la población, teniendo siempre en cuenta las fuentes oficiales de información, lo cual se puede observar en la tabla 1.4.

Tabla 1.4 Proyección de la oferta-demanda de agua potable

| Año | Consumo del sistema | Pérdidas del sistema | Demanda Total | Oferta Total | Déficit |
|------|---------------------|----------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| - | (m ³ /s) | % | (m ³ /s) | (m ³ /s) | (m ³ /s) |
| 2007 | 0.61 | 38.00% | 0.98 | 0.96 | -0.02 |
| 2008 | 0.63 | 37.20% | 1.01 | 0.88 | -0.13 |
| 2009 | 0.65 | 36.30% | 1.03 | 0.86 | -0.17 |
| 2010 | 0.68 | 35.50% | 1.05 | 0.93 | -0.12 |
| 2015 | 0.79 | 31.20% | 1.15 | 0.91 | -0.24 |
| 2020 | 0.9 | 27.00% | 1.24 | 0.89 | -0.35 |
| 2025 | 1.02 | 25.00% | 1.36 | 0.87 | -0.49 |
| 2030 | 1.14 | 25.00% | 1.52 | 0.86 | -0.66 |

Para el ejemplo anterior, el requerimiento de oferta adicional de agua es de 660 l/s. En el caso de los proyectos de saneamiento habría que partir de este análisis para obtener la proyección de aguas residuales, lo cual se verá a detalle en el apartado de dicho tema.

Para los proyectos de protección contra inundaciones de acuerdo a los tránsitos de las avenidas de diseño se establecen los volúmenes que se presentarán en los sitios de análisis.

d) Análisis de alternativas

Se recopilarán los estudios realizados para la ejecución de las obras del proyecto, se describirá la alternativa seleccionada en todos sus aspectos, alcances y etapas, desde su concepción física y componentes hasta su concepción operativa, capacidad de diseño y estimación o proyección de su utilización en el tiempo. Esta información es la base para la estimación y definición del nivel de solución que brindará o solucionará el proyecto, así como para definir la inversión necesaria y los costos de operación y mantenimiento del mismo. Deberá hacerse uso de mapas, croquis, diagramas o esquemas para facilitar su presentación y correcto planteamiento.

Alternativas

Se incluirá un comparativo de las alternativas que en su momento se consideraron para solucionar la problemática que dio origen al proyecto, debe mencionarse en las alternativas que se estudiaron el sustento de cada una para convalidar la selección realizada. Debe considerarse que sólo son comparativas aquellas alternativas, que como el proyecto, cumplen con los criterios de factibilidad técnica acordes a las condiciones existentes.

También se debe realizar un resumen de las alternativas de solución analizadas con la información que se muestra en la tabla 1.5.

Tabla 1.5 Análisis de alternativas

| Alternativa | Capacidad instalada (m ³ /s) | Breve descripción técnica | Monto total de inversión (\$) | Costo de operación fijo (\$/año) | Costo de operación variable (\$/m ³) | Costo de mantenimiento (\$/año) | Vida útil | Valor presente de los costos (VPC) (\$) | Costo Anual Equivalente (CAE) |
|-------------|---|---------------------------|-------------------------------|----------------------------------|--|---------------------------------|-----------|---|-------------------------------|
| 1 | | | | | | | | | |
| 2 | | | | | | | | | |
| 3 | | | | | | | | | |

Si las alternativas presentan la misma vida útil, deberá seleccionarse aquella que tenga el menor Valor Presente de Costos (VPC).

Si las alternativas técnicas de solución tienen diferente vida útil, deberá elegirse la que presente el menor Costo Anual Equivalente (CAE).

1.6.3 Descripción del proyecto

En esta sección se deberán señalar las características más importantes del proyecto de inversión, de acuerdo con la normatividad¹⁶ se incluirá lo siguiente:

- a. Objetivo, el cual debe corresponder a uno o más de los objetivos y estrategias establecidos en el Plan Nacional de Desarrollo y los programas sectoriales, regionales y especiales que aplican a la dependencia o entidad encargada de la ejecución del proyecto. En el plano sectorial, el objetivo del tipo de proyectos aquí tratados se encuentra ligado a los Objetivos Nacionales números 2 y 6 del Programa Nacional Hídrico 2007-2012, de la Comisión Nacional del Agua que dicen textualmente

¹⁶ SHCP, "Lineamientos para la elaboración de los análisis costo-beneficio de los programas y proyectos de inversión", marzo de 2008

- “Incrementar el acceso y calidad de los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento” y “Prevenir los riesgos derivados de fenómenos meteorológicos e hidrometeorológicos y atender sus efectos”.
- b. Propósito, es decir, 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, disminución de tandeos, incremento en el consumo de agua potable, aumento en caudal potabilizado o de aguas residuales tratadas, aseguramiento contra inundaciones de tales o cuales áreas y demás beneficios asociados al proyecto.
 - c. Componentes, esto es, los productos o activos que resultarían de la realización del proyecto, tales como presas, líneas de conducción, estaciones de bombeo, plantas potabilizadoras y de tratamiento, bordos, túneles, muros, etc.
 - d. Calendario de actividades, es decir, la programación de las principales acciones que se requieren para generar los componentes del proyecto; como liberación de terrenos, derechos de vía, realización de estudios y proyectos, bases de concurso y licitaciones.
 - e. Tipo de proyecto
La Unidad de Inversiones hace una clasificación en cinco tipos de proyectos (de infraestructura económica, de infraestructura social, de infraestructura gubernamental, de inmuebles y otros). Generalmente, los proyectos del subsector corresponden a la clasificación de proyectos de infraestructura económica, ya que se trata de la construcción, adquisición y ampliación de activos fijos para la producción de bienes y servicios en el sector agua. Bajo esta denominación, se incluyen todos los proyectos 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.
Se reitera la necesidad de revisar la normatividad vigente para verificar el tipo de proyecto que corresponda.
 - f. El sector económico y la localización geográfica donde se desarrollará el proyecto, así como su zona de influencia. Dentro de los sectores económicos en donde se pueden ubicar estos tipos de proyectos se tiene:
Gran División 4: Construcción (Rama 60, Grupo 601, Subgrupo 6011 “Agua, riego y saneamiento”).
Gran División 5: Electricidad, gas y agua (Rama 61, Grupo 612, Subgrupo 6121 “Producción y distribución de agua potable” incluye agua para uso industrial).
Se recomienda la primera para saneamiento y la segunda para agua potable.
 - 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; así como, en el caso de proyectos de infraestructura económica, las metas de producción de bienes y servicios que se alcanzarían con la realización del mismo; como pueden ser habitantes beneficiados, litros por segundo de oferta de agua adicional, litros por segundo potabilizados y litros por segundo de agua residual tratada.
 - i. 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.
 - j. Un resumen de los aspectos más relevantes de las evaluaciones técnica, legal y ambiental del proyecto.
En este caso, el ejecutor del proyecto deberá desarrollar lo que se conoce como la manifestación del ejecutor. Aquí deberán desarrollarse los principales puntos analizados y conclusiones obtenidas que demuestran que el proyecto es factible desde las perspectivas técnica, ambiental y legal, incluyendo las normatividades que se han cumplido y las tareas por realizar, así como los riesgos asociados para que se concrete la ejecución del proyecto. Con lo anterior debe demostrarse ampliamente que el proyecto es totalmente factible y estar congruentemente desarrollado en cada uno de los tres aspectos y a su vez, con lo establecido en la evaluación socioeconómica.
 - k. 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.
 - l. El costo total del proyecto, considerando por separado las erogaciones a realizar tanto en la etapa de ejecución como en la de operación:
 - l.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. La calendarización de las inversiones debe presentarse en diagrama de barras o de Gantt, con la periodicidad necesaria para identificar el desarrollo del proyecto. En caso de contar con la información, deben incluirse datos pormenorizados de las fases, fechas, así como los alcances en forma parcial y global.
 - l.2 Para la etapa de operación, la distribución de las erogaciones a realizar en sus principales rubros.

- m. Las fuentes de recursos, su calendarización estimada y su distribución entre recursos públicos (federales, estatales y municipales, y fideicomisos) y privados;
- n. Supuestos técnicos y socioeconómicos, señalando los más importantes para efectos de la evaluación, tales como rendimiento por hectárea, daños por inundación, crecimiento de población, entre otros.
- o. Infraestructura existente y proyectos en desarrollo que podrían verse afectados por la realización del proyecto.

1.6.4 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 sin proyecto optimizada con la situación con proyecto, de tal manera que se identifiquen los impactos (beneficios y costos) atribuibles al proyecto exclusivamente, mismos que deberán reflejarse en el flujo de efectivo. Este análisis deberá basarse en las estimaciones de la oferta y demanda desarrolladas e incluidas en el documento.

1.6.5 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 rela-

cionados de bienes y servicios, y otros agentes económicos, a fin de determinar su impacto final sobre la sociedad.

Asimismo, se deberán presentar los indicadores de rentabilidad que resulten de la cuantificación de costos y beneficios. En particular, se deberá incluir una estimación del Valor Presente Neto (VPN), la Tasa Interna de Retorno (TIR) y, en el caso de proyectos cuyos beneficios estén vinculados al crecimiento de la población, la Tasa de Rendimiento Inmediato (TRI).

Para la evaluación del proyecto, es importante tener siempre presente las denominadas reglas de oro de la evaluación:

1. **No atribuir a un proyecto beneficios que sean mayores del costo alternativo de obtenerlo por otra vía alternativa¹⁷.** Lo que quiere decir que el monto de un beneficio no puede ser mayor que el costo de solucionar esa problemática de una forma más económica; e. g. si el beneficio identificado, es el evitar que el ganado ingiera agua contaminada con aguas residuales tiene un valor de 100 000 unidades monetarias debido a sus efectos negativos en el peso de los animales, número de crías y producción de leche; y existe una forma de solucionarlo que es un sistema alternativo de abastecimiento de agua de pipa con canaletas a un costo de 50 000 unidades monetarias, entonces el monto del beneficio que se ingresa al flujo de evaluación es el de 50 000 unidades monetarias.
2. **No asignar a un proyecto costos mayores al menor costo alternativo de evitarlos¹⁸.** Lo que quiere decir es que un costo no puede ser mayor al costo de evitarlo por una vía alternativa. Si en el proyecto se identifica una pérdida de algún bien o servicio que va a ser considerada como beneficio en el proyecto, y se encuentra una forma de solventarlo con un menor costo, ese es el valor a considerar como costo en el flujo de evaluación. Un ejemplo sería la pérdida de una población por encontrarse en el área de inundación de una presa a construir, en donde para muchos este sería un costo muy alto, incluso tendiente al infinito, pero el menor costo sería su reubicación de la población, el cual sería el que se incluiría en el flujo de la evaluación.
3. **Separabilidad de proyectos.** Es muy importante verificar la separabilidad de los proyectos para no realizar proyectos con rentabilidad negativa que sean ponderados con otros proyectos muy rentables, restando así la riqueza del país. Un proyecto es separable de otro cuando los costos y be-



17 BANOBRAS, Apuntes sobre Evaluación de Proyectos, CEPEP 1999.

18 Idem.

neficios de dichos proyectos sean separables entre sí y que operativamente no dependan uno de otro. La separabilidad también se debe de considerar con base en la operatividad de la infraestructura y las factibilidades técnica, ambiental y legal de los mismos.

4. Los costos y beneficios utilizados en el estudio deben ser reales. Las consideraciones e insumos utilizados deben hacerse bajo supuestos razonables que obedezcan tanto a la situación actual como a lo que se prevé que vaya a suceder, ya que, metodológicamente pueden existir consideraciones que “optimicen” la situación actual de forma irreal, ya sea que castiguen los beneficios o que se proyecten escenarios que los sobrevaluen.

I.6.6 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 y de los principales beneficios, en su caso, en la demanda y señalar la variación porcentual de estos rubros con la que el VPN sería igual a cero.

Asimismo, se deberán considerar los riesgos asociados a la ejecución del proyecto que puedan afectar su rentabilidad, tanto en su etapa de ejecución como en la de operación.

I.6.7 Conclusiones

En esta última sección se deberán exponer en forma concisa las principales conclusiones a las que se llega con el análisis realizado y, en su caso, señalar las acciones que se requieren para la ejecución oportuna del proyecto.

En las conclusiones de la evaluación deben destacarse los beneficios incluidos y valorados y, de manera especial, los intangibles, ya que en algunos casos, éstos pueden ser determinantes o tener un gran impacto en la decisión final de la ejecución del proyecto.

También deben señalarse las limitaciones o condicionantes con las que se elaboró o concluyó el estudio, ya sean de información, tiempo, particularidades del proyecto u organismo operador, razones institucionales, geográficas, físicas, etc., así como las variables que presentaron mayor problema en su estimación. Es importante señalar que se debe buscar, soportar o garantizar la realización de los supuestos considerados en el estudio, para que se cumpla con la rentabilidad esperada del proyecto.

Por último, de acuerdo con los resultados y en congruencia con las conclusiones, es posible hacer recomendaciones antes de la licitación, durante la construcción del proyecto o aún posteriores a la puesta en marcha u operación del mismo.

I.7 Evaluación socioeconómica ex-post de un proyecto

Como se había comentado antes, existen cambios en la normatividad que solicita la evaluación de proyectos y que es necesario actualizar, también existen temas que se están empezando a solicitar, como es el caso de la evaluación ex-post.

Esta evaluación consiste en realizar una comparación entre los costos erogados y periodos de construcción realmente ocurridos, así como de los beneficios que realmente se han tenido para el país. Lo anterior permitirá saber si efectivamente el proyecto presentará la rentabilidad establecida en el estudio costo-beneficio.

Este tipo de evaluaciones permitirá afinar los criterios de las evaluaciones al subsector, ya que se observarán diferentes variables que se deberán considerar en subsecuentes proyectos de inversión.

Los evaluadores deberán tener especial cuidado en definir perfectamente las variables que será necesario cambiar para este tipo de evaluación y las fuentes de información utilizadas para nuevamente realizar su consulta y actualización.

Aunque hay que revisar la normatividad vigente, hay que considerar que este tipo de estudio deberá realizarse al menos para los proyectos de inversión mayores a los 100 millones de pesos o que su periodo de inversión haya sido mayor a un año.

Es importante hacer referencia a que en primera instancia hay que presentar ante la SHCP un análisis sobre el seguimiento a la rentabilidad al término de la ejecución, es decir que antes de iniciar la operación de la infraestructura se deberán considerar los costos de inversión realmente erogados y el proceso de construcción real.

Esto lo podemos acotar como la parte normativa y obligatoria de los proyectos de inversión ante la SHCP, pero también es muy importante realizar este tipo de evaluación a los proyectos independientemente si se solicite o no, ya que es lo que permite ir revisando la viabilidad de la aplicación de las metodologías.





II. Metodologías

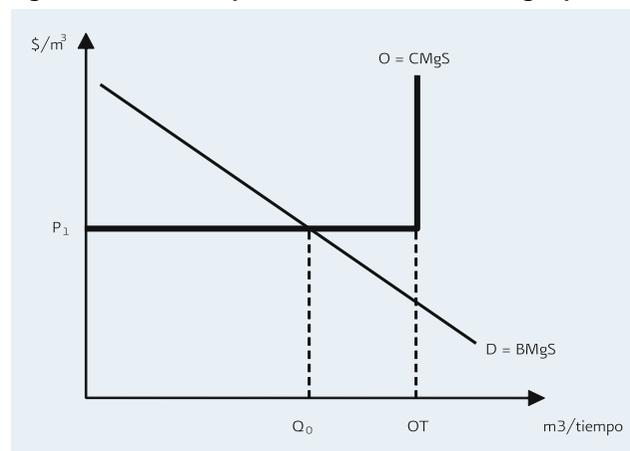
Con base en lo expuesto en el capítulo I y en función de las evaluaciones socioeconómicas realizadas por la Comisión Nacional del Agua desde el año 2000, se han desarrollado las siguientes metodologías para agua potable, alcantarillado, saneamiento, mejoramiento de eficiencia y protección a centros de población con la intención de proporcionar una herramienta de apoyo para evaluar proyectos de inversión.

II.1 Agua potable

La teoría económica parte de la consideración de que el agua es considerada precisamente desde el punto de vista económico, un bien que se puede comprar y vender “libremente” en el mercado como cualquier otro.

Existe una curva de demanda por consumo de agua que en cualquier punto refleja la cantidad máxima a consumir a un determinado precio, precio que representa el beneficio marginal por consumir una unidad del bien. Asimismo, hay una curva de oferta por producir este bien, la cual representa en cualquier punto la cantidad máxima a ofrecer

Figura II.1 Gráfica comparativa oferta-demanda de agua potable



por parte de los productores a un determinado precio, y el costo marginal de proveer este bien.

En la gráfica anterior se presentan dos “curvas”, por un lado, una de demanda de la que se interpreta que conforme sea menor el precio, se tendrá una disposición de consumir un mayor volumen; y por el otro, una curva de oferta, li-

mitada hasta un punto de capacidad instalada máxima u oferta total (OT), que indica un precio de producción (P_1); de ellas se deduce que la intersección entre ambas sería el volumen a consumir en el sistema¹⁹.

Sin embargo, una realidad nacional nos muestra que cuando se calcula la oferta-demanda, hay que tomar en cuenta otros factores adicionales, como:

- que el agua no es un bien cualquiera, ya que es indispensable para la vida humana,
- que en gran parte del país es insuficiente o que la oferta esta regularmente supeditada a la disponibilidad natural del recurso,
- que los bienes sustitutos son excesivamente caros,
- que el servicio está otorgado por un monopolio natural especial que no tiene autoridad sobre la fijación de las tarifas,
- que existen subsidios cruzados entre los usuarios,
- que el porcentaje de medición del consumo (micromedición) es sumamente bajo,
- que en la mayor parte del país no está permitido cortar el servicio a la población por falta de pago, y
- no existe el reflejo de la escasez o precio de referencia en el costo de oportunidad del agua.

Todas estas condiciones afectan en forma significativa el trato que se debe dar a un proyecto de agua potable, especialmente en las medidas de optimización que se pueden manejar, como son las tarifaciones a corto y largo plazo, lo cual se comenta a mayor profundidad en los Anexo A y B.

Es importante tener en cuenta que los beneficios dependen de cada proyecto y que pueden variar significativamente entre proyectos del mismo tipo, es posible que algunos beneficios sean determinantes en un proyecto y en otro ni siquiera existan.

De este modo la evaluación socioeconómica de un proyecto de Agua Potable consiste en la identificación, cuantificación y valoración de los costos y beneficios sociales asociados tanto a la construcción del proyecto como a la operación y mantenimiento de dicha infraestructura, comparando las situaciones con y sin proyecto.



19 BANOBRAS, Apuntes sobre Evaluación de Proyectos, CEPEP 1999.

II.1.1 Beneficios

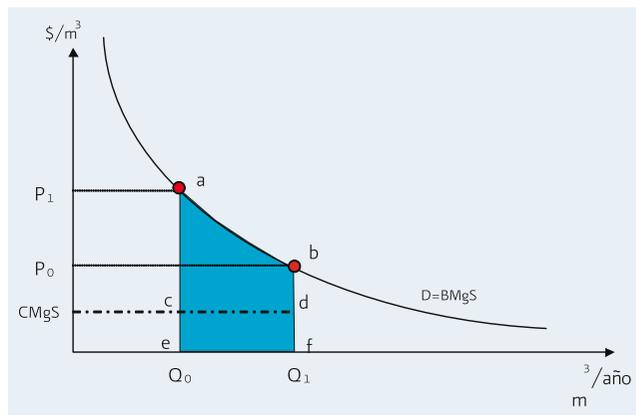
Los principales beneficios que se pueden determinar en este tipo de evaluaciones son los siguientes:

a) Mayor consumo de agua potable

Cuando el proyecto tiene como beneficio incrementar el suministro de agua potable y por ende los consumos de la población beneficiada, se utilizará la curva de demanda obtenida conforme al Anexo A, en él se expone detenidamente del cálculo de este beneficio.

El beneficio del proyecto representa la valoración que los usuarios hacen de la cantidad adicional de agua que estará disponible para su consumo, según la Figura II.2. El beneficio bruto, en forma gráfica, se representa como el área desde la cantidad ofertada Q_0 hasta Q_1 .

Figura II.2 Beneficio de mayor consumo de agua potable debido a un incremento del volumen



El beneficio NETO por el incremento en el excedente del consumidor está representado por el área sombreada abdc. Este beneficio consiste en que el consumidor paga un precio implícito mayor (P_1) que el que en realidad paga (P_0 = tarifa) como consecuencia de las medidas que tiene que realizar para completar su consumo (compra de pipas, acarreo, bombas intradomiciliarios, etc.) y que disminuirán debido al consumo adicional de agua del proyecto (de Q_0 a Q_1).

En el Anexo A se sugiere como obtener y usar la curva de elasticidad de la demanda.

Cabe señalar que el beneficio BRUTO de mayor consumo se calcula tomando en cuenta el área a beneficiar delimitada por abfe. Para realizar la evaluación, es factible y recomendable incluir el total de los beneficios brutos en el flujo de efectivo de la evaluación y los costos correspondientes a: inversión, operación y mantenimiento, obviando

así la necesidad de calcular el costo marginal social, ya que como se analizará en el Anexo A, ello representa problemas metodológicos para su obtención y aplicación.

El valor de esa área multiplicado por el número de tomas a beneficiar en términos anuales, es la cuantificación monetaria de la comodidad que significa para el usuario contar con un servicio entubado y no tener que recurrir a los métodos alternativos de suministro.

Para obtener el valor de los consumos, en la situación sin proyecto (Q_0) puede procederse con encuestas en zonas sin servicio (ver Anexo C), o en el caso de zonas con servicio este valor se obtiene con datos medios anuales de micromedición, en caso de no contar directamente con esta información se puede trabajar con datos medios anuales en zonas similares de la localidad o área de estudio.

Por otro lado el consumo de proyecto (Q_1), se puede obtener a partir de la información de zonas con micromedición que cuenten con características socioeconómicas y de servicio similares a la del área a beneficiar.

Una vez que se tienen los consumos con y sin proyecto (Q_0 y Q_1), se procede a obtener los precios implícitos (P_0 y P^*), es decir lo que el usuario del bien está dispuesto a pagar por cada volumen a consumir, respectivamente, y con ellos obtener el área bajo la curva.

b) Liberación de recursos en la población

a. Disminución del consumo de agua en pipas

Este beneficio se presenta principalmente para zonas sin red de distribución de agua potable y con problemas de baja presión, tandeo o alguna otra forma de suministro insuficiente que provoca la necesidad de comprar volúmenes adicionales de agua. En estos casos, es necesario obtener la información de campo mediante encuestas (ver Anexo C) para cuantificar los consumos y costos promedio que se dan en la localidad, los cuales se asumirán como costos sociales.

También es posible obtener datos con los distribuidores de agua en pipa para determinar número de viajes, precios de venta y área de influencia, además con el Organismo el número de viviendas de las zonas de estudio, sin embargo se debe comentar que las encuestas ofrecen una mayor certidumbre en los datos.

En ocasiones el suministro de agua en pipas lo proporcionan tanto el organismo operador o el ayuntamiento, como particulares. Es una práctica común que en el servicio de pipas no particulares, se cobre un precio "simbólico" (subsidiado) no representativo de su costo social, en tales casos,

debe considerarse como costo social el costo de las pipas particulares.

Para valorar este beneficio, de los trabajos de campo se debe obtener el consumo promedio de agua en pipas, tanto de las zonas sin red, como de las zonas con suministro insuficiente y por otro lado el precio del metro cúbico consumido por este medio.

Para valorar el beneficio anual de liberación de recursos por consumo de agua en pipas, se multiplica el consumo promedio de agua en pipas, por el costo social identificado y por el número de tomas a beneficiar. Cabe señalar que el número de tomas se va incrementando anualmente hasta la saturación estimada de la infraestructura del proyecto, tales consideraciones se deben analizar en forma conjunta con el organismo operador.

b. Acarreo de agua

En muchas zonas del país es necesario acarrear el agua desde una fuente cercana o hidrantes públicos, debido principalmente a la falta del servicio.

La forma de acarreo más común se realiza "a pie" por uno o varios miembros de la familia, sin embargo hay casos donde en vehículos particulares se transporta el agua en tambos o recipientes.

Para el cálculo del beneficio es necesario el trabajo de investigación en campo (encuestas) para determinar las condiciones del suministro, ya que por un lado hay que determinar el volumen que logran acarrear y, por otro, el costo que representa para las familias.

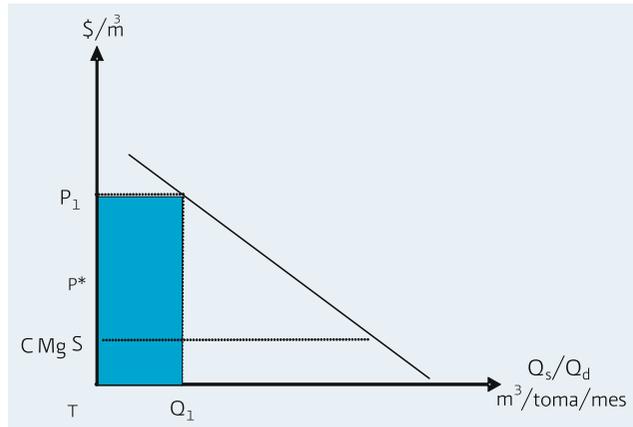
Para el caso del acarreo común, se deben determinar datos como: número de recipientes a transportar cada vez y su capacidad, número de personas que acarrean, tiempo de traslado de ida y vuelta hasta el lugar de suministro y el tiempo de estancia para obtener el agua, la periodicidad de los acarreos, así como el valor del tiempo en la zona de estudio, se puede utilizar el valor del salario mínimo o jornal en la zona, aunque de esta forma el beneficio podría estar subvalorado.

Para la valoración de este beneficio primero será necesaria la multiplicación del total del valor del tiempo de acarreo por el costo unitario del tiempo, todo dividido entre el volumen acarreado para así obtener el costo implícito del agua por unidad de volumen.

Posteriormente, con este costo implícito y el volumen consumido por acarreos se obtendrán los recursos liberados por familia, el cual al ser multiplicado por el número total de familias a beneficiar se obtendrá el beneficio anual.

En los casos donde la zona presente una mayor capacidad de pago y el acarreo ocurra en vehículos particulares, habrá que considerar la información precisada en el párrafo anterior y en el costo implícito del agua por unidad de volumen ($\$/m^3$), al menos incluir el valor del combustible utilizado por los vehículos en el tiempo destinado al acarreo.

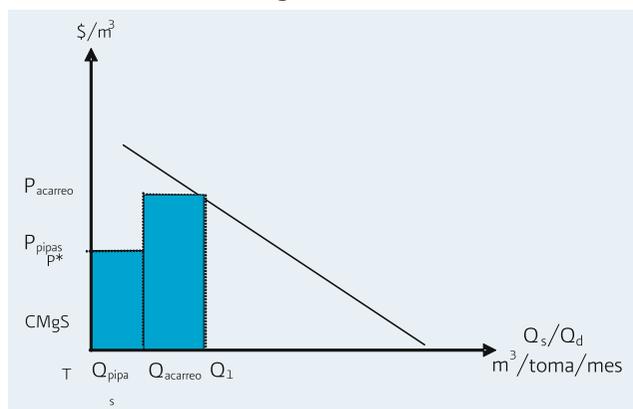
Figura II.3 Beneficio bruto de liberación de recursos por eliminación de acarreo o métodos alternativos de abastecimiento



En forma similar al beneficio por mayor consumo, se puede calcular el beneficio bruto ($P_1 - Q_1$) y restarle los costos del proyecto en el flujo de evaluación.

Cuando se tiene el valor del precio implícito del agua ya sea por acarreo y pipas, se puede obtener el área correspondiente al beneficio:

Figura II.4 Beneficio bruto de liberación de recursos por aumento del volumen de agua ofertada



Cabe señalar que para poder considerar el valor del combustible en el beneficio de ahorro de recursos, es necesario realizar su ajuste a precios sociales eliminando el impuesto del IVA y la tasa del impuesto especial sobre producción

y servicios (IEPS), lo cual se puede hacer de la siguiente manera:

- Se elimina el IVA al diesel y a la gasolina, nótese que se utiliza el precio de la gasolina

| | |
|--|--------|
| Precio del litro de Gasolina (l) (con iva) | 5.82 |
| Precio del litro de Gasolina (l) (sin iva) | 5.0609 |
- Se elimina la tasa del impuesto especial sobre producción y servicios aplicables a la enajenación de la gasolina de cada entidad, en este caso suponemos la ciudad de Tepic²⁰

| | |
|---|--------|
| IEPS (Tepic) | |
| Gasolina | 87.7% |
| Precio del litro de Gasolina (l) (s/impuesto) | 2.6961 |
- Como la gasolina y el diesel son un bien comerciable internacionalmente, para que estos precios sean sociales deben ser ajustados por un factor de corrección social que es igual a 1.04

| | |
|-----------------------------------|------|
| Factor de corrección de la divisa | 1.04 |
| Precio social gasolina | 2.80 |

c) Ahorro de recursos por la disminución del consumo de agua de garrafón

Se ha identificado que con la implantación de un proyecto de agua potable (especialmente redes), la población tiende a disminuir el consumo de agua de garrafón, debido a que el agua entubada suplir algunos de sus usos, inclusive el de agua para beber. Es importante recalcar que este beneficio se ha observado en zonas a beneficiar que actualmente no cuentan con servicio formal y en zonas con problemas de calidad en el agua.

Para cuantificar este beneficio se requiere la información obtenida en los trabajos de campo sobre la muestra (Anexo C), de donde se obtiene el promedio del número de garrafones consumidos sin y con proyecto, así como su precio promedio en el mercado, el cual se considerará como costo social del garrafón.

Con lo anterior se calcula la disminución en el número de garrafones con el proyecto por toma al año, dato que se multiplica por el costo social promedio y por el número de tomas a beneficiar para obtener el beneficio social anual

²⁰ Estos valores se obtienen de la tabla "TASAS (%)" para el cálculo del impuesto especial sobre producción y servicios aplicables a la enajenación de gasolinas y diesel en el mes XX de 200X, por agencia y producto" que se encuentra en la página de Internet del SAT

por liberación de recursos. Cabe señalar que el número de tomas se va incrementando anualmente hasta la saturación estimada de la infraestructura del proyecto.

d) Liberación de recursos por la construcción y operación de cisternas

Para la cuantificación de este beneficio se debe realizar la investigación referente a la construcción de cisternas en viviendas, y determinar la diferencia entre las condiciones sin proyecto y con proyecto.

Cuando el caudal disponible por toma o la presión en las redes tiende a ser insuficiente, debido al crecimiento de la población o al decremento de la oferta, la gente a su vez tiende a construir cisternas o sistemas de almacenamiento, en ciertos casos, aunque no exista la costumbre del almacenamiento o donde las condiciones de escasez son tales, se ha llegado a considerar la construcción de cisternas en las nuevas viviendas como una política de los desarrolladores de vivienda o como una exigencia de los mismos organismos operadores para liberar las factibilidades de desarrollo.

Para la cuantificación del beneficio es indispensable contar con el número de cisternas actuales, dato que puede

ser obtenido del trabajo en campo mediante una muestra representativa, o con algún censo existente.

En este caso es necesario exponer la “situación hidráulica” que impera en las viviendas de la ciudad que acusan problemas de abastecimiento y que han tomado la decisión de construir infraestructura de almacenamiento (cisternas). En condiciones normales de servicio continuo mediante la red de distribución, el agua ingresa a las viviendas por la toma domiciliaria y de aquí se distribuye hacia el interior de las viviendas, dirigiéndose primeramente hacia el tinaco o tanque elevado para su distribución interior, como se muestra en la figura II.5.

Ahora bien, cuando existen problemas de abastecimiento de agua potable el usuario doméstico lleva a cabo medidas de aseguramiento del abastecimiento; por lo que la construcción de cisternas sirve para intentar solucionar el abasto irregular de agua potable (tandeo o baja presión).

La condición hidráulica que se presenta en estas viviendas es que el agua potable de la toma domiciliaria ingresa directamente al depósito de almacenamiento, durante el tiempo que se destina el agua a la colonia o sector del usuario, para posteriormente bombearse al tanque elevado del

Figura II.5 Condiciones normales de abastecimiento

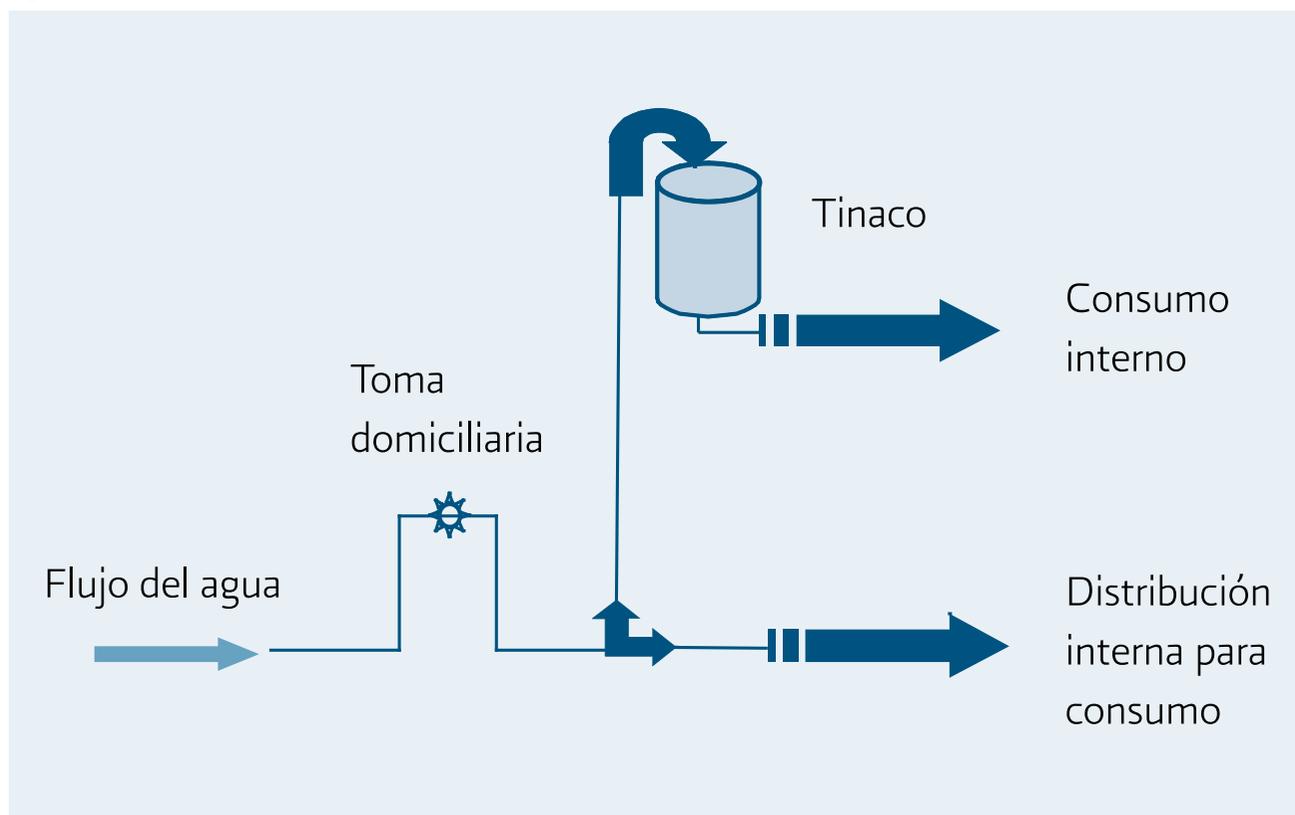
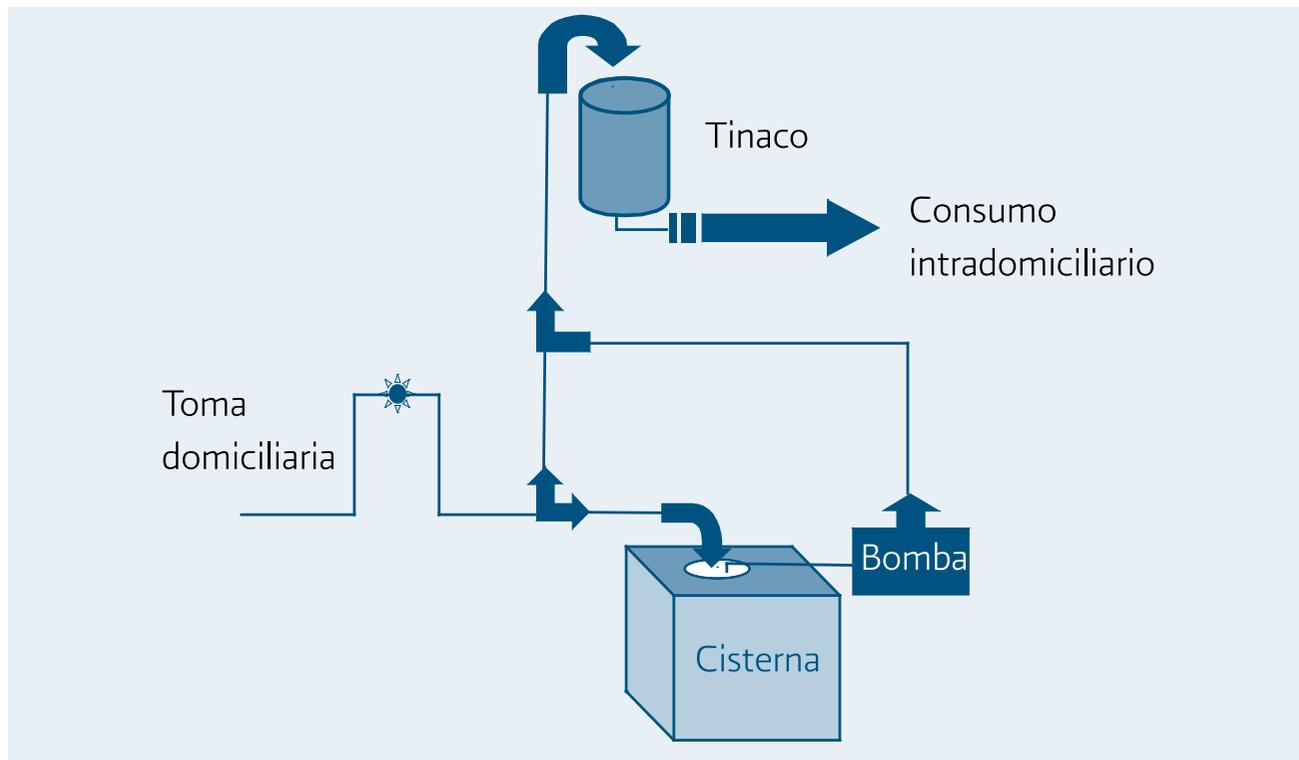


Figura II.6 Condiciones comunes de abastecimiento interno mediante cisterna y bomba



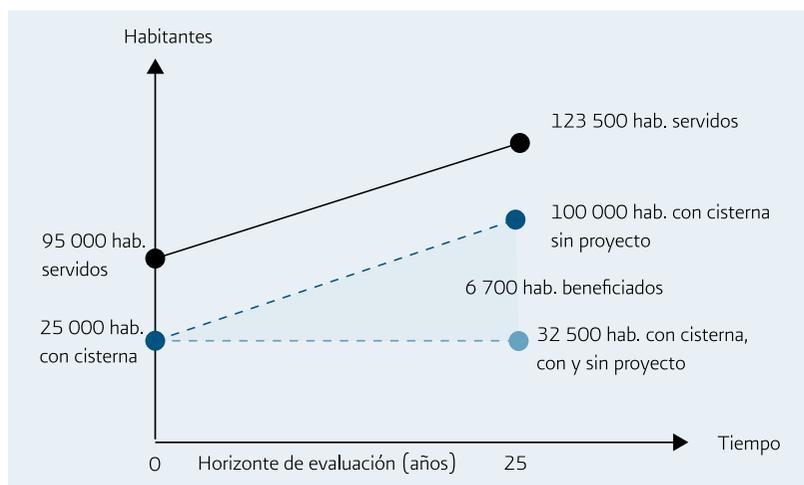
domicilio, según se observa en la Figura II.6. Las cisternas se diseñan para garantizar un abastecimiento “adecuado” mediante el bombeo doméstico del agua desde ésta y hacia el tanque o tinaco de la casa habitación.

Para cuantificar este beneficio, hay que considerar los promedios de volumen y altura de bombeo, para determinar el costo de energía eléctrica consumida (hay que eliminar el subsidio a la energía para el cálculo) y multiplicarlo los sistemas existentes en la zona a beneficiar. Se podrían hacer

varias suposiciones dependiendo de las particularidades del lugar, como lo es el hecho de que no todas las tomas nuevas que se desarrollen en la ciudad deban de tener cisternas, además de que un cierto porcentaje de las tomas existentes que actualmente no tienen cisterna, al final del horizonte de evaluación, se avocarán a construir una. Se puede considerar un comportamiento similar al de la gráfica II.7.

Lo que se presenta en la gráfica es:

Figura II.7 Estimación del beneficio por no requerir sistema de almacenamiento



- Va a existir un cierto número de cisternas que se construirán independientemente del proyecto, se construyen por costumbre generalmente tanto en la situación con proyecto como en la situación sin proyecto; en el ejemplo son 25 000 en el año cero y llegan a 32 500 en el año 25, estas cisternas no se consideran para el cálculo del beneficio.
- Por otro lado, al tener un servicio insuficiente el número de habitantes con cisternas, en la situación sin proyecto, crece durante el horizonte de evaluación de 25 000 a 100 000, y no hasta 123 500 ya que difícilmente se tendría cisterna en el 100% de las casas; se

puede manejar un porcentaje entre el 50% y el 80%, dependiendo de las condiciones de escasez que se prevean y de la situación especial de cada lugar.

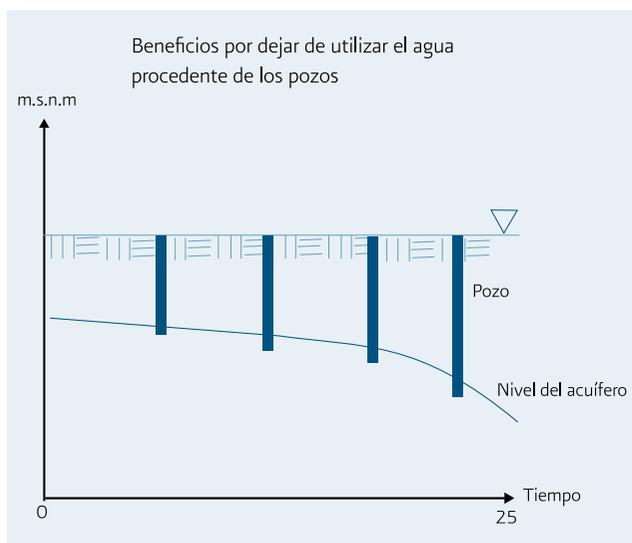
- La situación con proyecto considera que al existir una oferta suficiente, las nuevas viviendas no requerirán de cisterna y las viviendas existentes no se obligarán a construir una.
- La valoración del beneficio se obtiene de multiplicar el diferencial del número de cisternas de la situación con y sin proyecto (67 500 en este caso) por el costo estimado de construcción (obtenido de trabajo de campo mediante encuestas), al cual se debe sumar el costo de energía para el bombeo que ya se comentó.

e) Liberación de recursos por dejar de extraer agua subterránea

El beneficio aquí desarrollado se deriva de que al continuar explotando un acuífero más allá del volumen de su recarga, se producen, entre otros, efectos negativos en el volumen de extracción, deterioro de la calidad del agua, los niveles o profundidades de explotación, y los costos de operación en energía eléctrica principalmente.

La siguiente figura II.8 ejemplifica el abatimiento de los niveles estático y dinámico de pozos a través del tiempo debido a la sobre explotación.

Figura II.8 Profundización de los niveles de pozos en acuíferos sobre explotados



A continuación se describen cada uno de los beneficios específicos que se derivan de la extracción subterránea en acuífero sobre explotados.

a. Ahorro de recursos en equipo de potabilización

Este problema se presenta principalmente en los pozos que extraen agua cada vez a mayor profundidad en un acuífero sobre explotado, puesto que ha mayor profundidad se va obteniendo agua de menor calidad.

En las baterías de pozos se pueden identificar problemas de calidad del agua por diferentes contaminantes, como pueden ser manganeso, flúor, dureza del agua, arsénico y salinidad excesiva, o bien sustancias que se encuentren fuera de la normatividad y que sería indispensable su tratamiento para poder entregar el líquido con calidad adecuada a la población.

Para este beneficio se debe partir y sustentar de los análisis de calidad del agua que evidencien la problemática, identificando las zonas que desarrollan este tipo de situación y el área de influencia que se tiene con otros pozos aledaños, determinando así los caudales en riesgo de contaminación.

Para estimar los costos de inversión y operación de la potabilización para parámetros citados se puede realizar un estudio de mercado y recopilar la información sobre plantas potabilizadoras existentes, tratando de obtener valores conservadores para no sobre estimar los beneficios.

El beneficio se va a obtener por la liberación de recursos de inversión, operación y mantenimiento del equipo de potabilización para tratar el caudal del abastecimiento dentro de los parámetros de las normas de calidad.

b. Disminución del caudal ofertado

Otro efecto negativo de seguir sobreexplotando acuíferos, se presenta en lo que se denomina el agua de rechazo. En algunos tipos de procesos de potabilización y de acuerdo al contaminante a remover y su concentración, la potabilización puede provocar que exista un porcentaje de agua de rechazo. Esta disminución deberá verse reflejada en la oferta de agua en el horizonte de proyecto y por ende en el beneficio de mayor consumo. Esto quiere decir que, suponiendo un porcentaje de rechazo de 20, por cada 100 litros que se envían a potabilizar, sólo 80 litros salen para la distribución y el restante es desechado.

El beneficio se obtendría cuantificando los volúmenes ofertados con y sin proyecto para determinar el mayor consumo.

c. Beneficio por evitar el costo por profundización de columna en pozos por abatimiento de nivel dinámico

Derivado de continuar del abatimiento del nivel dinámico que se puede presentar en pozos de un acuífero so-

bre explotado, será necesario aumentar la longitud de la columna, cambiar equipos de bombeo y aumentar el consumo de energía eléctrica con la finalidad de proporcionar la sumergencia necesaria y capacidad que demandan los equipos de bombeo.

Con base en estudios geohidrológicos realizados y los abatimientos históricos presentados en los acuíferos, se deberá estimar el abatimiento al final del horizonte de evaluación y así determinar la longitud de columna a incrementar y en que años se realizarían las reinversiones.

La valoración de este beneficio se estimará con las reinversiones en nuevos equipos, reequipamientos, reubicación de pozos y energía eléctrica que se dejaría de consumir. Para el cálculo de este beneficio es necesario analizar la diferencia entre la situación actual y la situación de proyecto con la nueva fuente.

d. Beneficio por evitar que los predios pierdan valor debido al hundimiento del suelo

Este es un beneficio que se requiere sustentar ampliamente con documentos y estudios como planes de riesgo, estudios previos del suelo y del acuífero, recorridos de campo y establecer perfectamente la situación con y sin proyecto, definiendo si realmente el eliminar o disminuir la explotación del acuífero contribuirá a decrementar los conos de abatimiento bajo la ciudad y por ende los hundimientos.

Cabe señalar que estos problemas se presentan y agudizan en forma significativa en zonas urbanas más que en las rurales o agrícolas, ya que aunque se trata del mismo acuífero, el tipo de suelo, el peso de las edificaciones, la concentración de pozos de extracción y los conos de abatimiento coadyuvan entre sí con la sobre explotación del acuífero para que se provoque este fenómeno.

Como consecuencia de los hundimientos, existen predios y vialidades que han sido afectadas por la sobreexplotación del acuífero, que de continuar tal situación los daños se incrementarán aún más. Lo anterior representa un costo social por el hecho de que se deben utilizar recursos productivos como mano de obra, materiales e insumos para la reparación de los predios dañados y por otro lado, el peligro latente de que los habitantes de las zonas afectadas sufran las consecuencias de los hundimientos.

Este beneficio se obtiene mediante el cálculo de los costos de inversión de reposición de la infraestructura sobre las fallas que está en riesgo de colapsar e inutilizarse el terreno. Cabe señalar que los daños ocurridos con anterioridad a la evaluación se consideran como costo histórico.

Para no calcular todos los costos de inversión citados, se puede proceder al empleo de la metodología de precios hedónicos. En este caso se determinará la pérdida de los valores comerciales de los terrenos al quedar afectados por las fallas o hundimientos. Lo primero es definir el área de afectación, las zonas donde ya se han presentado los daños y donde se prevé que se sigan presentando en caso de seguir con la sobre explotación.

Para calcular este beneficio se aplican los valores catastrales o preferentemente comerciales de las zonas o colonias por donde se localizan las grietas y hundimientos. Con esta información y los anchos de franja y longitudes de afectación, se calcula el beneficio del proyecto. Es decir, se obtienen las áreas que serán afectadas de seguir presentándose los hundimientos, esta área se multiplica por su valor catastral, ya que los terrenos tendrán pérdida total en su valor, aunque no se dañe completamente la infraestructura existente, puesto que la gente no compraría una propiedad o terreno con estas características.

Conviene mencionar que el valor catastral generalmente no es representativo del valor comercial de los terrenos, pero es un valor oficial, de esta forma el beneficio quedará subvaluado. Otra forma puede ser la contratación de un perito inmobiliario que valore todas las zonas y exprese en sus avalúos los valores de los predios.

En la tabla II.1 se muestra como se podrían calcular los valores de las afectaciones, los precios se refieren a los que se encuentran registrados catastralmente.

Este valor representa el costo de terrenos que se inhabilitarán gradualmente de proseguir los hundimientos, ya

Tabla II.1 Estimación de la afectación por hundimiento

| NOMBRE DE LA ZONA | LONGITUD (m) | ÁREA (m ²) | VALOR (\$/m ²) | VALOR DEL TERRENO EN RIESGO DE SER INUTILIZADO (\$) |
|-------------------|---------------|------------------------|----------------------------|---|
| Colonia 1 | 6 700 | 201 000 | 660 | 132'660 000 |
| Colonia 2 | 11 238 | 337 140 | 1850 | 623'709 000 |
| Colonia 3 | 2 651 | 79 530 | 1300 | 103'389 000 |
| Colonia 4 | 2 251 | 67 530 | 2245 | 151'604 850 |
| Colonia 5 | 8 379 | 251 370 | 86 340 | 53'541 710 |
| Colonia 6 | 4 031 | 120 930 | 340 | 41'116 200 |
| Colonia 7 | 7 894 | 236 820 | 340 | 80'518 800 |
| Colonia 8 | 754 | 22 620 | 2425 | 54'853 500 |
| Colonia 9 | 922 | 27 660 | 2425 | 62'096 700 |
| Colonia 10 | 430 | 1 290 | 4900 | 6'321 000 |
| Totales | 45 250 | 1'357 500 | | 1 309'810 706 |

que no va a ser posible destinarlos para alojar estructura alguna. Cabe señalar que en este ejemplo se tomó el valor comercial como el valor con proyecto y el valor sin proyecto como cero, ya que se estimó que los terrenos dañados ya no tendrían valor comercial. El perito inmobiliario definiría si existe algún valor de rescate.

El impacto de estos daños no se va a presentar en un mismo año, por lo que es necesario analizar su tasa de aparición en el tiempo. Por otro lado, existen casos en que

no se estabiliza el acuífero y sólo se disminuye la sobre explotación. En estos casos se difiere la pérdida del valor de los terrenos, lo cual se considera como beneficio.

Lo que se hace en dicha tabla, es calcular el año en que aparecen dichas fallas y el tiempo que tardan en aparecer, considerando la longitud y el valor del terreno.

La figura II.9 muestra las grietas actuales y el comportamiento futuro, así como el año en que se manifestarían sin que existiera el proyecto.

Tabla II.2 Año de afectación y duración con y sin proyecto para colonias con falla futura

| COLONIA | SIN PROYECTO | | CON PROYECTO | | Pérdidas por colonia en fallas futuras (\$) |
|---------|----------------------|---|----------------------|---|---|
| | Año de aparición S/P | Tiempo que tarda en atravesar la colonia (años) | Año de aparición C/P | Tiempo que tarda en atravesar la colonia (años) | |
| Zona 1 | 2020 | 2 | 2025 | 3 | 88 490 519 |
| Zona 2 | 2025 | 2 | 2030 | 3 | 49 287 299 |
| Zona 3 | 2027 | 7 | 2032 | 11 | 181 942 420 |
| Zona 4 | 2030 | 3 | 2035 | 5 | 97 299 253 |
| Zona 5 | 2026 | 4 | 2031 | 6 | 54 339 120 |
| Zona 6 | 2019 | 1 | 2024 | 2 | 30 012 976 |
| Zona 7 | 2024 | 2 | 2029 | 3 | 79 241 287 |
| Zona 8 | 2026 | 1 | 2031 | 2 | 35 053 506 |
| Zona 9 | 2022 | 2 | 2027 | 3 | 104 085 135 |
| Zona 10 | 2033 | 2 | 2038 | 3 | 244 028 400 |
| Zona 11 | 2032 | 2 | 2037 | 3 | 110 495 000 |
| Zona 12 | 2018 | 7 | 2023 | 11 | 503 493 672 |

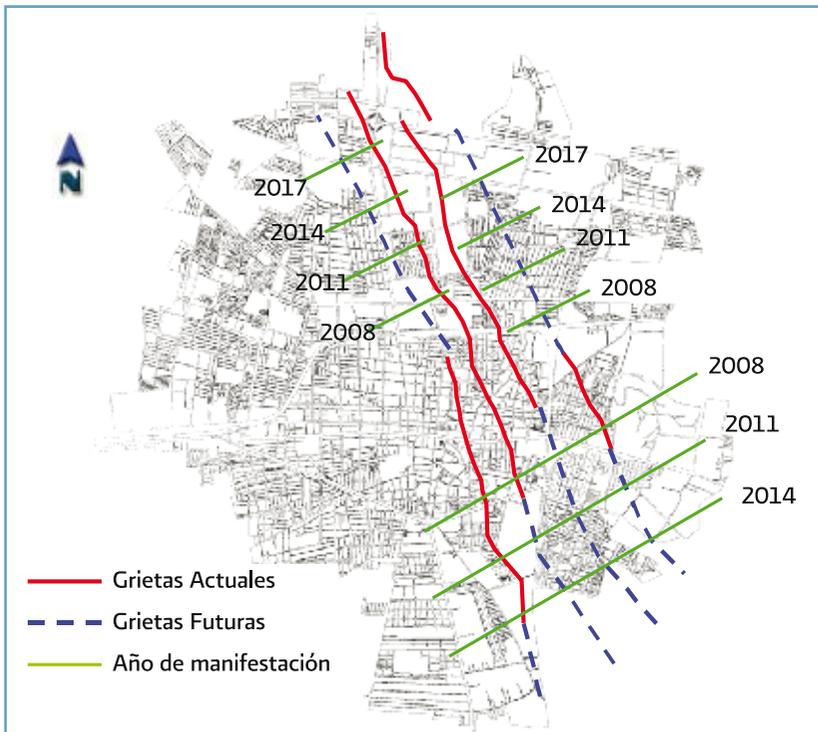


Figura II.9 Beneficio por desfasar las fallas en el terreno

f. Liberación de recursos por diversas acciones

Se han identificado diferentes tipos de beneficios por liberación de recursos en diversas obras de agua potable como pozos, plantas potabilizadoras, plantas de bombeo, etc., los cuales al ejecutar las obras del proyecto presentan diferentes ahorros que se pueden considerar como beneficios sociales, como por ejemplo: reducción en consumos de energía y químicos, de personal, así como menores costos de operación y mantenimiento en los procesos de producción de los bienes y servicios asociados al proyecto.

Estos costos deberán cuantificarse con información del organismo operador y valorarse anualmente.

II.1.2 Tipos de proyectos y beneficios asociados

Aún cuando los beneficios de los proyectos varían de acuerdo con sus condiciones particulares, a continuación se describen los beneficios más comunes de cada tipo de obra.

a) Redes de distribución

En estas obras se identifican los beneficios de mayor consumo y la liberación de recursos por ahorro de la compra de pipas y garrafones. En estos casos el número de viviendas beneficiadas se va incrementando en el tiempo hasta donde se estime la saturación de la infraestructura del proyecto.

b) Nueva fuente de abastecimiento

Cuando se pretenda incorporar una nueva fuente al sistema es necesario identificar las zonas a beneficiar, mismas que podrían contar o no con servicio de agua potable o bien, tener un servicio insuficiente.

Los proyectos de nuevas fuentes, o incremento en la oferta de agua potable, se han evaluado de dos formas diferentes:

a. Manteniendo la cobertura de la población

En este escenario, que es el más común, el Organismo Operador tiene la política de seguir ampliando el servicio y manteniendo la cobertura del servicio del agua potable, aunque eso implique incrementar los tandeos en toda la ciudad.

Para el cálculo de los beneficios se considera el mayor consumo en toda la población servida, tal como se ejemplifica en la figura II.10.

En el ejemplo se parte de una población actual de 95 000 habitantes servidos. El organismo continúa incrementando la cobertura en la misma proporción que el crecimiento poblacional, por lo que al final se sigue teniendo un 95% de población servida para un total de 123 500 habitantes con servicio, estos valores son iguales en las situaciones con y sin proyecto.

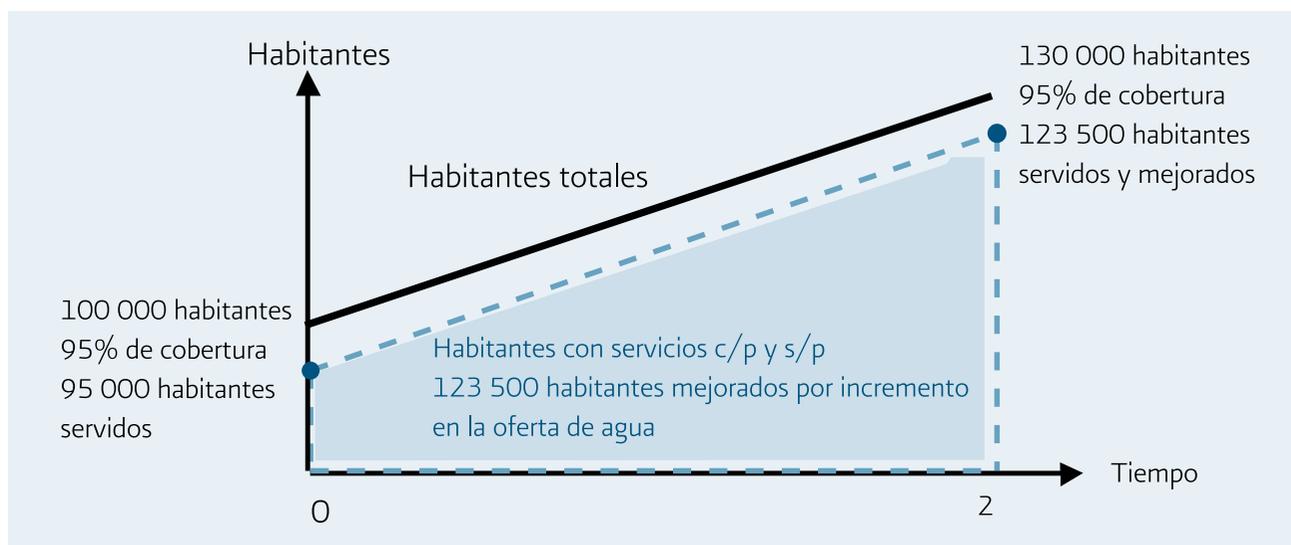
La diferencia es que al ser la oferta constante, el consumo unitario por toma tiende a disminuir en el tiempo, lo cual provoca que exista un consumo menor al que se está dispuesto a consumir con las tarifas actuales y que probablemente se tenga que recurrir a métodos complementarios de abastecimiento, como pueden ser las pipas.

Por lo tanto existiría tanto beneficio de mayor consumo como de liberación de recursos para la población y probablemente para el organismo operador.

b. Disminuyendo la cobertura de la población

En este escenario, aunque sigue creciendo la población que se incorpora al servicio, la cobertura del mismo, crece

Figura II.10 Escenario de mantenimiento de cobertura



en una proporción menor a la tasa poblacional, por lo que el porcentaje de cobertura del servicio va disminuyendo.

En el escenario sin proyecto, la situación descrita, tiene como resultado que se incrementan las zonas con métodos alternativos de abastecimiento, compra de pipas y los tanques en las zonas sin servicio, mientras que en el escenario con proyecto existe una cobertura del servicio constante sin disminución de consumo y sin zonas con métodos alternativos de abastecimiento, tal como se aprecia en la figura II.11.

En este ejemplo se tiene una situación con proyecto en la que actualmente se cuentan con 95 000 habitantes servidos con una cobertura del servicio del 95%, mientras que al término del horizonte de evaluación se tienen 117 000 habitantes servidos con una cobertura del 90%, es decir que el organismo operador continuó conectando nuevos usuarios a la red, pero a un ritmo menor que el crecimiento poblacional. Asimismo al tenerse una oferta constante en el tiempo, el consumo unitario por toma se ve disminuido.

En la situación con proyecto, al final del horizonte de evaluación se tiene una cobertura del 95%, por lo que existen 123 500 habitantes servidos. Al realizar el análisis de la situación con y sin proyecto de estos habitantes, se observa que existen 117 000 habitantes que van a presentar un mayor consumo y probablemente liberación de recursos, mientras que existen 6 500 habitantes que se incorporan al servicio formal y dejan fuentes alternas de abastecimiento, por lo que presentan el mismo tipo de beneficios pero en diferente magnitud.

En el caso de que la nueva fuente incremente el consumo en zonas sin servicio es necesario considerar dentro de los costos las inversiones en las redes de agua potable que se requerirán.

c) Sustitución de la fuente actual de abastecimiento

La sustitución de una fuente de abastecimiento se puede deber a problemas de calidad del agua o de sobre explotación del acuífero.

Para tal fin, ya se detallaron los beneficios asociables, pero es necesario analizar detenidamente la forma en que aplican en cada proyecto, especialmente si la sustitución es parcial o total o bien, si el periodo de tiempo en que se dejarán de explotar las fuentes existentes es menor al horizonte de evaluación.

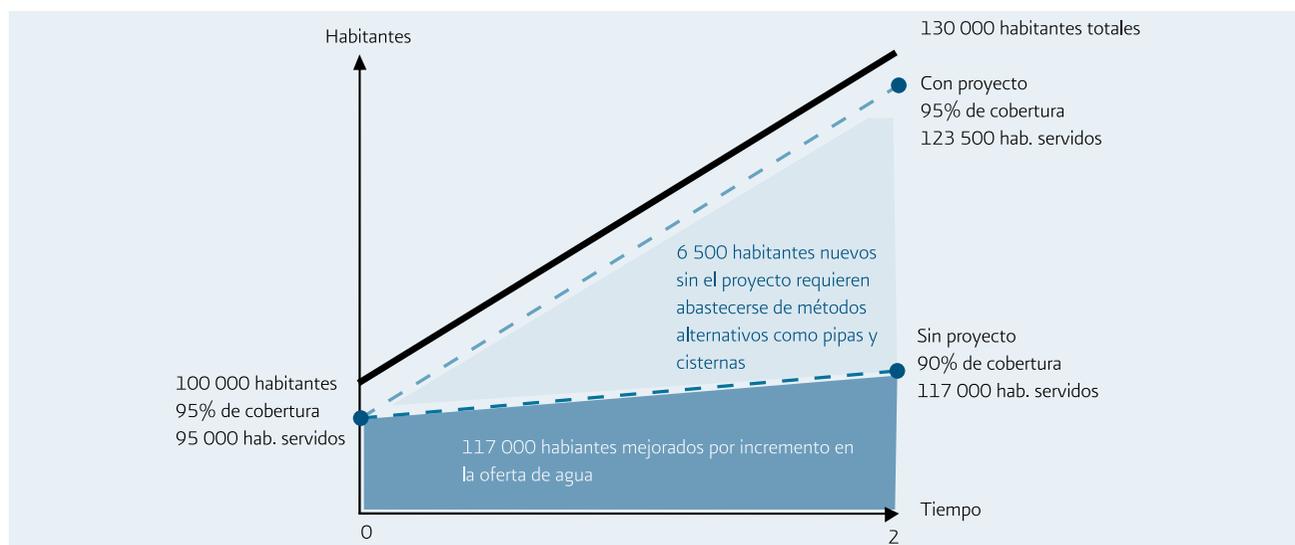
d) Reforzamiento y sectorización de redes de distribución

Se tienen identificados los beneficios de la disminución de fugas en tuberías y tomas domiciliarias y de la reducción de molestias al tránsito de la ciudad al reducir el número de reparaciones. Cuando se liberan volúmenes o nivelan presiones, se puede tener mayor consumo.

e) Detección y reparación de fugas

Se puede obtener un volumen recuperado que representa mayor consumo o un volumen ahorrado traducido en menos costos de producción, además de evitar molestias al tránsito en la ciudad por menos reparaciones y sus costos asociados.

Figura II.11 Escenario de disminución de cobertura



En líneas de conducción y tomas domiciliarias. Se cuantifica el volumen de agua estimado a recuperar por la disminución en la incidencia de fugas. Para ello, se debe conocer el porcentaje de pérdidas y la cantidad de metros cúbicos por segundo correspondientes a dicha pérdida y el gasto que se pretende recuperar. El incremento en el consumo con el volumen recuperado o el ahorro de recursos debido al volumen no producido que se traduce en menos costos de producción, lo cual representa el beneficio social.

f) Instalación de macromedidores

Regularmente se evalúa junto con acciones de sectorización y/o reparación de fugas. Los beneficios expuestos anteriormente para estas acciones son los que se aplican. En caso de que sea una acción por separado, se puede utilizar la metodología de costo-eficiencia.

g) Instalación de micromedidores

La medición de caudales trae consigo beneficios de recuperación de volúmenes de agua primeramente, ya que el nivel de consumo disminuye debido a que los usuarios se les aplica el precio del metro cúbico consumido medido, conviene acentuar que conforme el tiempo transcurre estas acciones impactan también sobre la facturación y finalmente en la cobranza del organismo. En la situación sin proyecto el usuario tiene un costo marginal privado cero por el volumen consumido ya que no existe medición.

A pesar de que la instalación de micromedidores para tomas domiciliarias representa un costo social, este es menor que la valoración económica de los caudales recuperados, incluso puede darse el caso de que los volúmenes recupe-

rados eliminen la compra o asignación de pipas para otros usuarios con consumos restringidos.

En la figura II.12, Q_0 es el consumo actual debido a la tarifa fija o falta de medición representada por T_0 , es decir, que se consume toda el agua que desean a menos que exista una restricción en la oferta, incluso con desperdicio ya que el CMgP es igual a cero, por lo que el consumo es independiente a la tarifa.

Q_1 representa el volumen que se debiera consumir a la tarifa actual (T_1), pero esta tarifa es un precio subsidiado que no representa aún el costo marginal de producción. T_2 indica el precio que debería cobrarse, lo cual reduciría aún más el consumo (Q_2). Por lo anterior, el área sombreada de la figura representa el desperdicio o sobre consumo.

Es importante diferenciar entre costo, precio y valor. Costo es lo que cuesta producir el agua de calidad potable, precio es la cantidad en que el prestador de servicio la vende u oferta y valor es lo que representa el agua para el usuario que la consume.

Desgraciadamente, el precio es menor al costo y por consiguiente el valor que le da el usuario al agua es muy bajo, especialmente si no padece escasez.

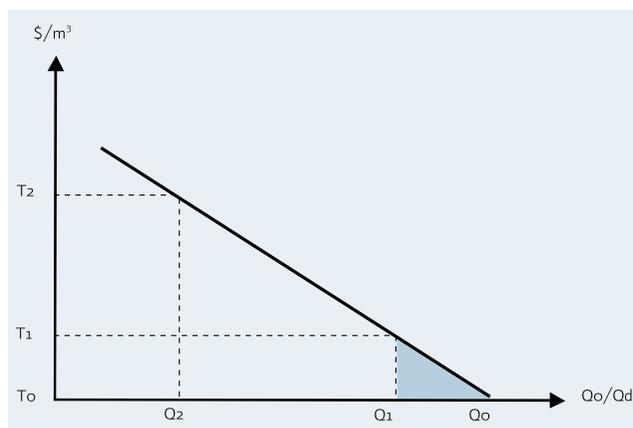
La solución a esta ineficiencia debe darse por partes. En primer lugar, se debe procurar que todos los usuarios cuenten con medición, facturación y cobranza para que no haya usuarios consumiendo en Q_0 y tender todos a T_1 . En segundo lugar, es necesario que los esquemas tarifarios tiendan a que T_1 se aproxime a T_2 para que la población realmente valore el agua. Esto estaría basado en los esquemas de tarificación de corto y largo plazo, de los cuales se habla en los Anexos A y B, en donde se explica los factores necesarios para su realización.

El volumen anual recuperado o que se deja de producir se calcula como la diferencia entre $Q_0 - Q_1$ por el número de micromedidores instalados y por los doce meses del año. Este volumen se puede destinar a mayor consumo en otras tomas del sistema al redistribuir dicho volumen (tal y como se indicó en el apartado de agua potable), o se puede considerar como ahorro de recursos de producción de agua potable. En muchos casos, la micromedición se puede considerar como "una nueva fuente" por el caudal que puede llegar a liberar en zonas sin medición.

II.1.3 Costos

Para todas las obras, los costos principales son los de la nueva infraestructura y los de operación y mantenimiento,

Figura II.12 Costo marginal social de la instalación de micromedidores



ajustados a precios sociales. Cabe señalar que los costos de operación y mantenimiento utilizados en el flujo de efectivo del proyecto son exclusivamente los de la nueva infraestructura o exclusivamente el costo incremental que se tenga sobre los actuales.

Para el caso de las fuentes de abastecimiento, se debe considerar el uso actual de la fuente que se va a incorporar. Cuando la incorporación se haga mediante compra de derechos de zonas de riego, lo que se deje de producir representará un costo social para el país y por ende un costo para el proyecto. Para el cálculo de este costo, se utilizará la metodología, descrita para los beneficios sociales por superficies de riego en plantas de tratamiento.



II.2 Alcantarillado

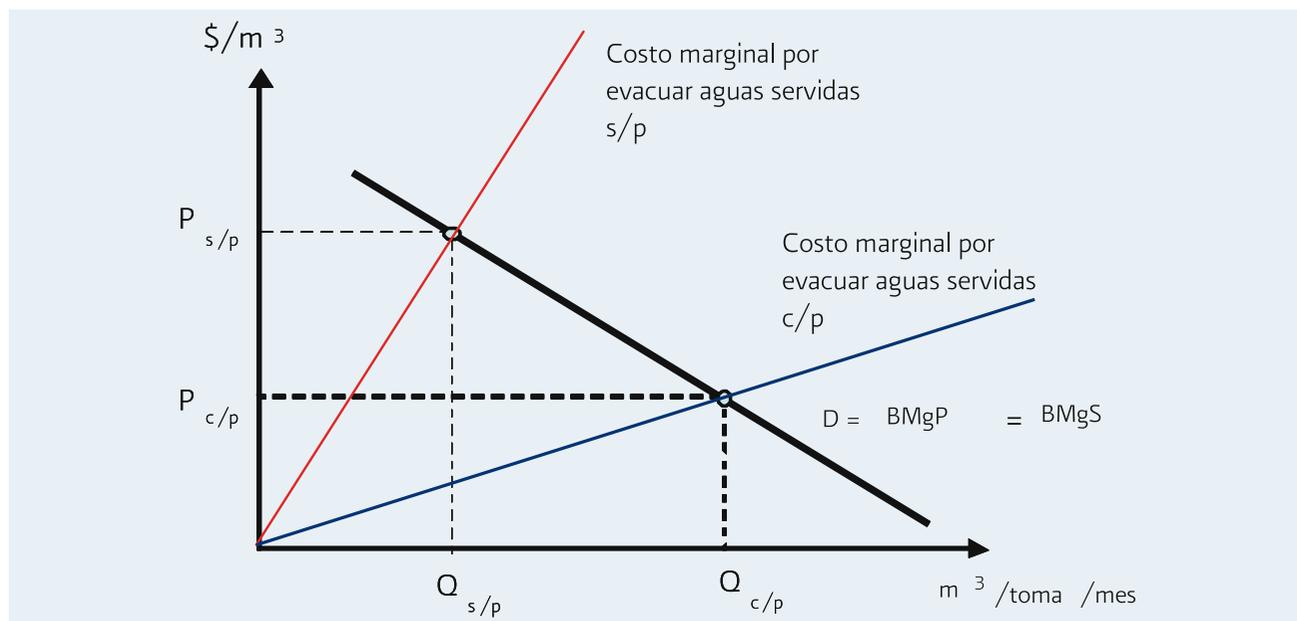
La evaluación socioeconómica de un proyecto de alcantarillado consiste en la identificación, cuantificación y valoración de los costos y beneficios sociales asociados a la construcción, operación y mantenimiento del proyecto en cuestión, comparando las situaciones con y sin proyecto.

Para el análisis de este tipo de proyectos se analiza en forma similar a un proyecto de agua potable, tomando la curva de demanda. En ella se observa una curva de costo marginal sin proyecto, que contempla e incluye los métodos alternativos de desalojo de las excretas, que comúnmente son letrinas o fosas sépticas. También se observa una curva de costo marginal por evacuar las excretas con proyecto, es decir la red formal de alcantarillado.

Haciendo uso de la figura II.13, se observa que los usuarios pasan de un consumo de agua potable $Q_{s/p}$ a uno $Q_{c/p}$, existiendo un beneficio de mayor consumo, ya que ahora cuentan con un mejor servicio para el desalojo del agua residual doméstica, de igual forma existe un ahorro de recursos por dejar de utilizar dichos sistemas alternativos de disposición, representado por el área $P_{s/p} - P_{c/p} - Q_{s/p}$.

Es complicado encontrar medidas de optimización significativas para este tipo de proyectos. Se ha identificado la limpieza de cauces y la tarificación a corto y mediano plazo, pero estas últimas tendrán el inconveniente que se comenta en el Anexo B y que habrá que analizar si realmente son aplicables en cada caso.

Figura II.13 Costos y beneficios marginales de un proyecto de alcantarillado



II.2.1 Beneficios

Los principales beneficios que se pueden identificar en este tipo de proyectos son los siguientes:

a) Mejoramiento de la imagen y eliminación de fauna nociva y malos olores en la zona de estudio

En la situación con proyecto se reducen los problemas de fauna nociva y malos olores ocasionados por la falta de un sistema eficiente de evacuación; mejora la imagen de la zona y el nivel de vida de los habitantes.

Al ser un beneficio de difícil valoración en términos económicos, se puede utilizar la metodología de precios hedónicos, la cual consiste en determinar el valor de los terrenos una vez eliminada la afectación.

Para valorar este beneficio se considera que el mercado estaría dispuesto a pagar más por terrenos o viviendas con un sistema formal de alcantarillado que por unos que carecen de este servicio, por lo que existe un diferencial en el costo que representa el beneficio.

Es necesario consultar con personal del catastro de la localidad para obtener los valores que se asignarían a los predios una vez que se les incorpore al proyecto de alcantarillado. Para la valoración se toma un porcentaje del valor actual por metro cuadrado de terreno y se multiplica por las áreas de influencia del proyecto. Este beneficio se presenta una sola vez al término de la construcción de la infraestructura del proyecto. También se puede obtener el beneficio con los valores comerciales, los cuales deben ser proporcionados formalmente por un perito inmobiliario calificado, para la situación sin y con proyecto.

Es importante resaltar que la valoración mediante precios hedónicos incluye, además del beneficio descrito, los de mayor consumo de agua potable y el ahorro de construcción y mantenimiento de sistemas alternativos de desalojo de aguas residuales, por lo que no deberán ser cuantificados en forma adicional. Se considera que esta estimación no contiene la valoración del beneficio por enfermedades hídricas.

b) Ahorro de los costos de instalación y mantenimiento de los sistemas alternativos de evacuación

Los sistemas alternativos que se dejarán de utilizar son las letrinas y las fosas sépticas, por lo que es necesario recabar información en campo para obtener el promedio de viviendas que utilizan cada uno de los sistemas y los costos promedio de construcción y mantenimiento.

Para el caso de las letrinas, los datos relevantes son los costos de construcción o sustitución y sus periodicidades en el tiempo. Lo más común es que los costos de mantenimiento sean muy pequeños y la periodicidad de sustitución sea relativamente corta, comúnmente entre uno y dos años.

Para cuantificar el ahorro de recursos por construcción y mantenimiento de este sistema de evacuación, se multiplicará el porcentaje promedio de uso de letrinas por el número de viviendas de la zona del proyecto. Con ello se obtendrá el número de viviendas a beneficiar, lo cual se multiplicará tanto por el costo anual promedio de construcción de letrinas (costo promedio de las letrinas/periodicidad promedio de construcción) como por el costo promedio de mantenimiento.

Las fosas sépticas se caracterizan por ser un sistema de evacuación cuyos costos de inversión en su construcción y mantenimiento son altos, pero con una vida útil muy larga.

De los trabajos de campo se obtiene el número de viviendas a beneficiar y se multiplica por el costo promedio de construcción de las fosas para obtener el beneficio anual de liberación de recursos. El crecimiento de las mismas se estima en el tiempo, ya que se utilizarán sólo las viviendas incrementales de cada año hasta la saturación de la infraestructura de la zona de influencia. La razón de sólo utilizar el crecimiento de las viviendas y no las existentes, es la dificultad de determinar en cuántas viviendas se hará la reposición de fosas al término de su vida útil.

Para determinar los costos de operación y mantenimiento, se utiliza el número total de viviendas a beneficiar, multiplicándolas por el costo promedio anual de mantenimiento, también obtenido de las encuestas aplicadas.

Estos beneficios de alcantarillado son incrementales hasta el año en que se considera la saturación de la infraestructura de proyecto, para luego permanecer constantes.

c) Mayor consumo de agua potable

La cantidad de agua residual generada depende de la cantidad de agua consumida, y en la medida en que los costos de evacuación y alejamiento aumentan, el consumo de agua potable disminuye. En la situación con proyecto, al contar con un sistema eficiente de evacuación de aguas residuales, es lógico suponer que la cantidad consumida de agua potable se incrementará, especialmente en el caso de las viviendas con letrina.

Para obtener este beneficio se procederá conforme a lo indicado en el apartado de agua potable, empleando la curva de elasticidad precio-demanda, con lo que se obtendrá el beneficio al pasar de los consumos en zonas con agua potable sin alcantarillado, a los consumos en zonas con ambos servicios.

d) Ahorro de recursos al evitar enfermedades de origen hídrico

Este beneficio se obtiene con la información recabada en encuestas de campo. Con ella se determinan los tipos de enfermedades asociadas a la falta de alcantarillado y/o agua potable o sin potabilizar (principalmente afecciones gastrointestinales, respiratorias, oftálmicas y dermatológicas), el número de personas que han presentado estas enfermedades, el costo del tratamiento médico y la periodicidad. Lo anterior permite obtener el porcentaje de tomas donde se presentó la enfermedad y su costo promedio por tipo de enfermedad.

El costo de medicación deberá obtenerse en campo, de acuerdo con la información de la encuesta donde se trate la enfermedad, considerándose como representativo del costo social el tratamiento y medicamentos prescritos por un médico privado, ya que en el sector salud es difícil obtener un costo representativo debido a los subsidios. En este caso se procura tomar el precio de medicamentos genéricos intercambiables (GI) o similares, ya que es más representativo del costo social.

Posteriormente, con la información recopilada se estimará la incidencia de cada enfermedad provocada por la ausencia de un sistema de alcantarillado adecuado y/o falta de agua o agua no potable, y se contabilizará para el total de viviendas comprendidas en el proyecto, multiplicando el costo promedio por la incidencia anual de cada una. Dicho beneficio se considerará creciente hasta el año de saturación de la infraestructura y posteriormente constante.

Por otro lado, también se puede considerar el costo de oportunidad con relación al tiempo que dejan de trabajar los adultos (en la encuesta hay que diferenciar a los adultos de los niños) por acudir o llevar a los menores al servicio médico.

Para considerar el costo de oportunidad del tiempo se tienen 4 formas:

- El salario mínimo: se considera un valor muy subestimado, pues es un salario establecido por decreto.

- El PIB per cápita: se considera un valor sobre estimado pues incorpora muchos componentes que los beneficiarios no se llevan al bolsillo; se obtiene al considerar el PIB Estatal o Municipal y dividirlo entre la población económicamente activa de dicho Estado o Municipio.
- El salario promedio de cotización al IMSS: se considera la opción más representativa.
- El Estudio para la determinación del valor social del tiempo de Héctor F. Cervini Iturre, agosto 2006. El documento presenta distintos enfoques y con base en esta revisión teórica, aborda los problemas empíricos. Por último determina valores de sociales del tiempo por tipo de ocupación y para los distintos estados de México. Se considera un estudio serio y confiable, por lo que también es una opción totalmente válida. Para proyectos de carácter regional o grandes proyectos en donde se beneficien personas de todo tipo, se sugiere usar el valor estatal, y para proyectos donde los beneficiados están bien ubicados e identificados con alguna actividad económica predominante, se sugiere utilizar el valor social por tipo de actividad laboral.

De los estudios realizados a la fecha, se ha visto que este beneficio es de baja cuantía para el proyecto y requiere un gran trabajo de campo, además de que es complicado determinar que tan asociado esta a la presencia de aguas residuales o se deben a malos hábitos higiénicos. Se recomienda trabajar en su cuantificación y valoración exclusivamente cuando en los recorridos de campo se observe una clara presencia y efectos significativos en la población.

Cabe señalar que este beneficio también puede ser aplicable en ciertos casos de proyectos de agua potable.

e) Menor contaminación de los acuíferos

En la situación con proyecto, al contar con un sistema de alcantarillado eficiente se disminuye la infiltración de aguas residuales hacia los acuíferos, evitando su degradación. Este beneficio es de difícil valoración, por lo que generalmente se maneja como intangible. La valoración podría darse cuando se utiliza el acuífero para suministro y se tiene información de la evolución en la calidad del agua referente a la contaminación y a su impacto en mayores costos de potabilización en zonas aguas abajo de la descarga.

II.2.2 Tipos de proyectos y beneficios asociados

Aún cuando los beneficios de los proyectos varían de acuerdo con sus condiciones particulares, a continuación se describen los beneficios más comunes de cada tipo de obra.

a) Construcción de redes de alcantarillado

Para la construcción de las redes de alcantarillado se tienen identificados los beneficios de plusvalía, mayor consumo de agua potable y ahorro de recursos en la construcción y mantenimiento de letrinas y fosas sépticas, así como liberación de recursos destinados a la atención de las enfermedades de origen hídrico.

b) Construcción de colectores y emisores

Regularmente estas obras se incluyen en la inversión de la red de alcantarillado, ya que para que se puedan dar los beneficios de las nuevas redes se requiere de la infraestructura de conducción de las aguas colectadas en la nueva red.

La forma más común es estimar los beneficios es mediante el incremento de la plusvalía en la zona del proyecto, especialmente cuando se tiene un caudal de aguas residuales sin tratar circulando a cielo abierto en la zona urbana. Se puede manejar que el valor catastral de los predios aledaños causa una disminución debido a la presencia de aguas residuales, decremento que se eliminará con el proyecto, manejando la longitud del colector por un ancho de franja que se determinará en campo, generalmente entre 50 y 100 m a cada lado del colector, considerando que la longitud del colector pasa en forma paralela a la corriente a cielo abierto que se pretende eliminar.

En el caso de los colectores que se contemplan para redes existentes, se deberá identificar la razón de su construcción, la más común es la falta de capacidad en la infraestructura actual. Los beneficios identificados pueden ser fallas en la operación o altos costos de operación y mantenimiento, así como las consecuencias al presentarse derrames de aguas negras, hundimientos en calles y avenidas.

Para cuantificar y valorar estos beneficios, el organismo operador debe proporcionar la información referente a los costos históricos por la reparación de daños (hundimientos), sobrecostos calculados por falta de capacidad en la operación y mantenimiento de los colectores existentes y después proyectarlos en forma anual como ahorro de recursos por un determinado número de años hasta donde se considere que mediante reparaciones parciales y emergentes se ha realizado la sustitución del colector.

Generalmente la construcción de emisores se evalúa en forma conjunta con las plantas de tratamiento de aguas residuales.

II.2.3 Costos

Están representados por la inversión y reinversiones requeridas para las redes de alcantarillado y su operación y mantenimiento, además de que en el caso de existir planta de tratamiento, los relativos a la operación de la infraestructura existente por el tratamiento de un mayor volumen de agua residual generada.

Conviene insistir que los costos de operación y mantenimiento que se utilizan en el flujo del proyecto son exclusivamente los de la nueva infraestructura o exclusivamente el incremento que se tenga sobre los actuales y no todos los costos totales del organismo operador.

II.3 Tratamiento de aguas residuales

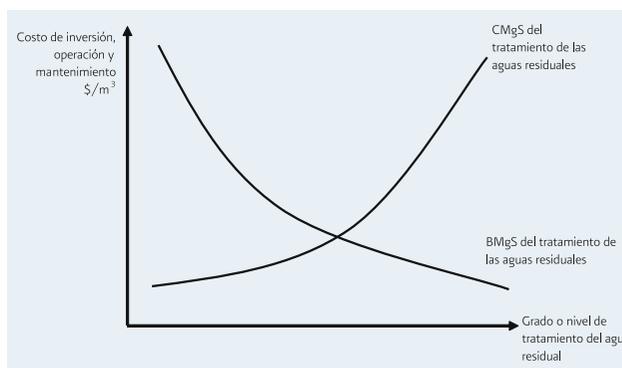
a) Fundamentos metodológicos

En el medio ambiente se producen gran cantidad de bienes, sin embargo, él mismo es el receptor de residuos y desechos de todo tipo, producto de las diversas actividades de la sociedad.

En este sentido, la contaminación por el vertido de las aguas residuales en los cuerpos receptores es un efecto de la presencia de externalidades en la producción y consumo de agua potable, y provocan que los beneficios y costos privados difieran de los costos que la sociedad debe enfrentar. Esto sucede por la naturaleza misma del medio ambiente como un bien público.

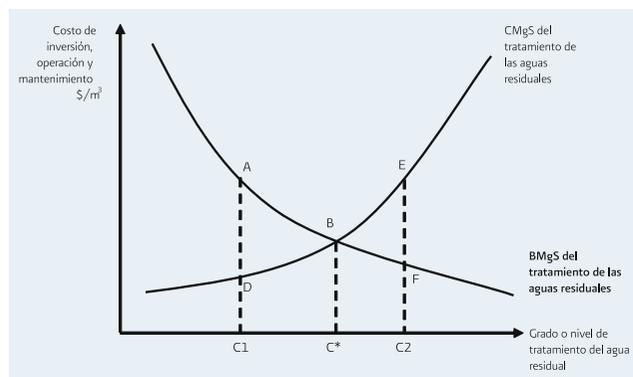
Desde un punto de vista teórico conceptual se puede decir que existe un óptimo social de contaminación. En la Figura II.12 se observa una curva de beneficio marginal social por limpiar las corrientes al tratar las aguas residuales, la cual tiene una pendiente negativa ya que a medida que las

Figura II.14 Costos y beneficios marginales del tratamiento de las aguas residuales



aguas son tratadas y su nivel de contaminación disminuye, el beneficio de seguir limpiándolas se reduce. Por otra parte existe una curva creciente de costo marginal por descontaminar, lo que significa que en la medida en que se trate más el agua residual, es más caro el proceso.

Figura II.15 Nivel óptimo del tratamiento de las aguas residuales



En la figura II.15 se puede observar el análisis del nivel de tratamiento y sus costos asociados.

Al pasar de un nivel de contaminación C1 a un nivel de contaminación C*, se genera un beneficio que se puede valorar como el área bajo la curva de beneficio marginal (BMgS) y correspondería al área ABC*C1, que al restarle los costos del tratamiento del agua residual, que se obtienen bajo la curva de costo marginal (CMgS), mediante el área DBC*C1. Por lo anterior existe un beneficio social neto equivalente al área ABD y la conclusión sería que conviene llevar a cabo dicho tratamiento.

En forma equivalente, si se quisiera pasar de un nivel de contaminación C* a C2 existiría un costo social neto equivalente al área BEF y la recomendación sería que no se debe realizar el proyecto.

La conclusión desde el punto de vista social, es que existe un óptimo de contaminación representado por el punto C*.

Es importante aclarar que la curva de beneficio marginal estará en función de los reusos que se obtengan con el agua residual tratada, los cuales se mencionarán en secciones posteriores²¹.

En la práctica cotidiana, la normatividad que rige el tratamiento de las aguas residuales se establece en función del tipo de cuerpo receptor, con ciertos criterios que no necesariamente empatan con el punto óptimo social de contaminación (C*), por lo que es necesario realizar un

análisis a fondo de los costos y beneficios asociados a los proyectos de las plantas de tratamiento.

Por todo lo anterior, se puede aseverar que, analizando la viabilidad económica, lo que rige en este tipo de proyectos es la normatividad establecida en la Ley de Aguas Nacionales (LAN) y su Reglamento. En caso de que fuera más rentable el óptimo de contaminación que el establecido en la normatividad, la diferencia de rentabilidades será un costo social de dicha Ley en ese sitio en particular.

b) Dimensionamiento de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR)

Para dimensionar las plantas de tratamiento se tomará en cuenta la proyección de la demanda de agua potable de acuerdo con los criterios definidos para su estimación; su relación con las aguas residuales, deberá basarse en los estudios de la ingeniería básica de la PTAR o al menos ser validado con aforos en época de estiaje.

Cuando en el proyecto ejecutivo o ingeniería básica el cálculo de la población no se haya realizado con base en los datos de INEGI y CONAPO, preferentemente deberá recalcularse haciendo uso de estas fuentes oficiales. Una forma de cálculo sugerida para las aguas residuales colectadas, se basa en utilizar un factor de uso consuntivo del agua en los usuarios, la cobertura de alcantarillado y la generación de aguas residuales de los usuarios autoabastecidos por pozos que descarguen al alcantarillado, estos últimos deberán estar aforados o al menos obtenerse del Registro Público de Derechos del Agua (REPDPA).

El factor de uso consuntivo, que varía normalmente entre 25% y 20%, se multiplica por la producción de agua potable para obtener el agua residual generada. El agua residual colectada será el resultado de multiplicar el agua residual generada por la cobertura de alcantarillado.

Este cálculo arroja un estimado de las aguas residuales que podrían llegar a la PTAR, aunque preferentemente se deben obtener de aforos, teniendo especial cuidado en los valores de las corrientes superficiales o pluviales, las cuales son aportaciones que podrían no llegar a la planta debido a la construcción de colectores marginales y emisores o bien colectores pluviales.

Los aforos siempre serán más certeros y recomendables para el dimensionamiento de la PTAR, ya que por lo general existen filtraciones de agua hacia la red de alcantarillado y otros tipos de aportaciones no identificadas que son muy difíciles de cuantificar.

21 Idem.

Tabla II.3 Cálculo del consumo total de agua potable

| Año | Población CONAPO | Cob. | Población cubierta | Tomas domésticas | Consumo doméstico | Consumo doméstico | Tomas comerciales | Consumo comercial | Demanda comer. |
|------|------------------|------|--------------------|------------------|--------------------------|---------------------|-------------------|--------------------------|---------------------|
| - | (Hab) | (%) | (Hab) | (tomas) | m ³ /toma/mes | (m ³ /s) | (tomas) | m ³ /toma/mes | (m ³ /s) |
| 2007 | 313 908 | 96% | 301 352 | 79 303 | 14.39 | 0.43 | 5 429 | 27 | 0.06 |
| 2008 | 324 701 | 97% | 314 960 | 82 884 | 14.39 | 0.45 | 5 711 | 27 | 0.06 |
| 2009 | 335 590 | 97% | 325 522 | 85 664 | 14.39 | 0.47 | 5 993 | 27 | 0.06 |
| 2010 | 346 578 | 97% | 336 181 | 88 469 | 14.39 | 0.48 | 6 276 | 27 | 0.06 |
| 2011 | 357 671 | 97% | 346 940 | 91 300 | 14.39 | 0.50 | 6 558 | 27 | 0.07 |
| 2012 | 368 866 | 97% | 357 800 | 94 158 | 14.39 | 0.52 | 6 841 | 27 | 0.07 |
| 2013 | 380 169 | 97% | 368 764 | 97 043 | 14.39 | 0.53 | 7 123 | 27 | 0.07 |
| 2014 | 391 576 | 97% | 379 829 | 99 955 | 14.39 | 0.55 | 7 405 | 27 | 0.08 |
| 2015 | 403 095 | 97% | 391 002 | 102 895 | 14.39 | 0.56 | 7 688 | 27 | 0.08 |
| 2020 | 462 212 | 97% | 448 346 | 117 986 | 14.39 | 0.65 | 9 100 | 27 | 0.09 |
| 2025 | 523 093 | 97% | 507 400 | 133 526 | 14.39 | 0.73 | 10 512 | 27 | 0.11 |
| 2030 | 584 454 | 97% | 566 920 | 149 189 | 14.39 | 0.82 | 11 924 | 27 | 0.12 |

| Año | Tomas indust. | Consumo industrial | Demanda industrial | Tomas Gobierno | Consumo Gobierno | Demanda gob. | Consumo del sistema |
|------|---------------|--------------------------|---------------------|----------------|--------------------------|---------------------|---------------------|
| - | (tomas) | m ³ /toma/mes | (m ³ /s) | (tomas) | m ³ /toma/mes | (m ³ /s) | (m ³ /s) |
| 2007 | 850 | 250 | 0.08 | 460 | 205 | 0.04 | 0.61 |
| 2008 | 870 | 250 | 0.08 | 482 | 205 | 0.04 | 0.63 |
| 2009 | 890 | 250 | 0.08 | 504 | 205 | 0.04 | 0.65 |
| 2010 | 910 | 250 | 0.09 | 526 | 205 | 0.04 | 0.68 |
| 2011 | 929 | 250 | 0.09 | 548 | 205 | 0.04 | 0.70 |
| 2012 | 949 | 250 | 0.09 | 570 | 205 | 0.04 | 0.72 |
| 2013 | 969 | 250 | 0.09 | 592 | 205 | 0.05 | 0.74 |
| 2014 | 989 | 250 | 0.09 | 614 | 205 | 0.05 | 0.77 |
| 2015 | 1 009 | 250 | 0.10 | 635 | 205 | 0.05 | 0.79 |
| 2020 | 1 108 | 250 | 0.11 | 745 | 205 | 0.06 | 0.90 |
| 2025 | 1 207 | 250 | 0.11 | 854 | 205 | 0.07 | 1.02 |
| 2030 | 1 306 | 250 | 0.12 | 964 | 205 | 0.08 | 1.14 |

Tabla II.4 Cálculo de las aguas residuales del sistema

| Año | Consumo del sistema | Aguas residuales | Situación sin proyecto | | Situación con proyecto | |
|------|---------------------|---------------------|------------------------|---------------------|------------------------|---------------------|
| | | | Capacidad actual | Balance | Capacidad c/proyecto | Balance |
| - | (m ³ /s) | (m ³ /s) | (m ³ /s) | (m ³ /s) | (m ³ /s) | (m ³ /s) |
| 2007 | 0.61 | 0.49 | 0.50 | 0.01 | 0.50 | 0.01 |
| 2008 | 0.63 | 0.51 | 0.50 | -0.01 | 0.50 | -0.01 |
| 2009 | 0.65 | 0.52 | 0.50 | -0.02 | 0.50 | -0.02 |
| 2010 | 0.68 | 0.54 | 0.50 | -0.04 | 0.50 | -0.04 |
| 2015 | 0.79 | 0.63 | 0.50 | -0.13 | 1.00 | 0.37 |
| 2020 | 0.90 | 0.72 | 0.50 | -0.22 | 1.00 | 0.28 |
| 2025 | 1.02 | 0.82 | 0.50 | -0.32 | 1.00 | 0.18 |
| 2030 | 1.14 | 0.91 | 0.50 | -0.41 | 1.00 | 0.09 |

Si se parte de los aforos, se puede calcular una aportación unitaria por toma o habitante y proyectarlo en el horizonte de proyecto con la población servida.

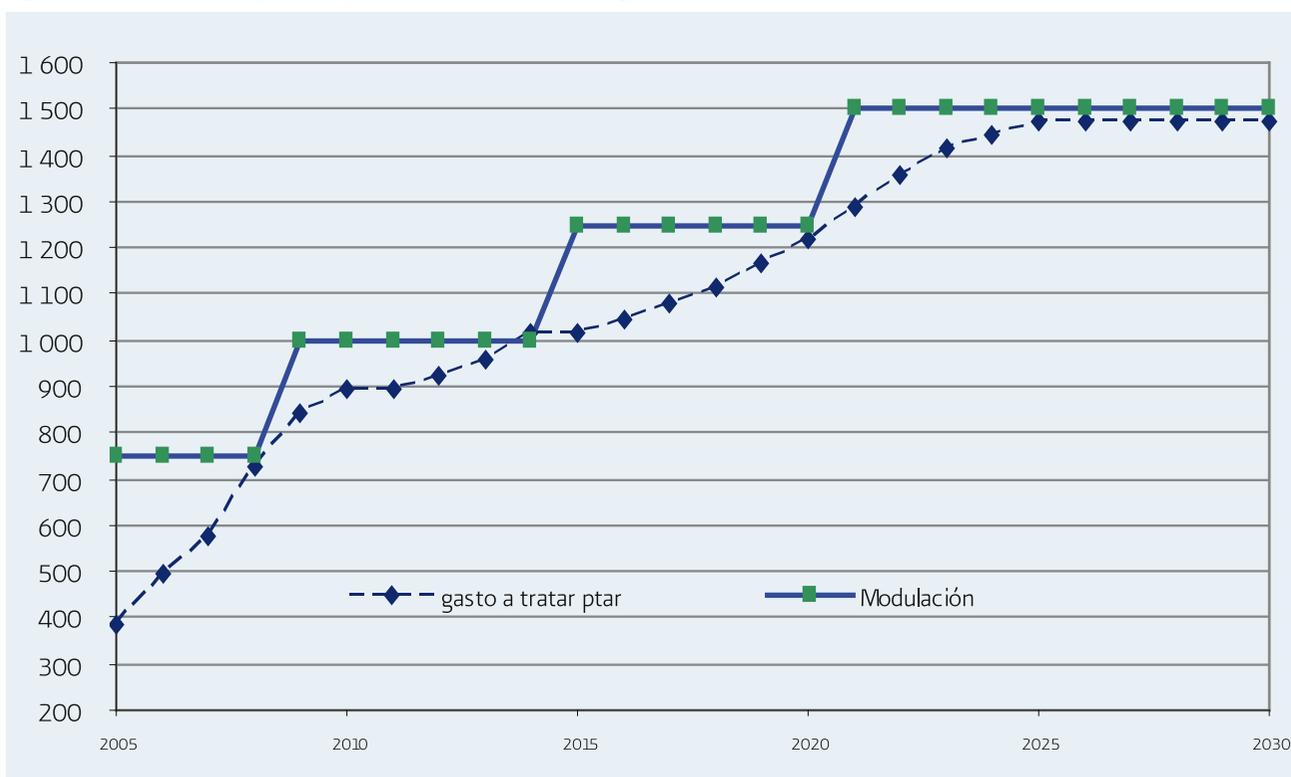
Es muy conveniente incluir tablas y gráficas de la proyección de generación de aguas residuales en las situaciones con y sin proyecto para que se observe la modulación del proyecto.

En las siguientes tablas se presenta un ejemplo de la estimación de las aportaciones de aguas residuales, partiendo de los consumos de diferentes tipos de usuarios hasta obtener el consumo total. Posteriormente se obtiene el caudal de aguas residuales colectadas considerando el uso consuntivo y otras aportaciones. En este ejemplo se supone

Tabla II.5 Aportaciones de agua residual por cuenca.

| Año | Aportación aguas residuales domésticas | | Aportación de aguas residuales no domésticas | | Aguas residuales totales | | |
|------|--|---------|--|---------|--------------------------|---------|-------|
| | (l/s) | | (l/s) | | (l/s) | | |
| | Cuenca1 | Cuenca2 | Cuenca1 | Cuenca2 | Cuenca1 | Cuenca2 | Total |
| 2007 | 0.269 | 0.122 | 0.061 | 0.038 | 0.330 | 0.160 | 0.49 |
| 2008 | 0.280 | 0.127 | 0.064 | 0.039 | 0.343 | 0.167 | 0.51 |
| 2009 | 0.285 | 0.130 | 0.065 | 0.040 | 0.350 | 0.170 | 0.52v |
| 2010 | 0.296 | 0.135 | 0.068 | 0.041 | 0.364 | 0.176 | 0.54 |
| 2015 | 0.345 | 0.157 | 0.079 | 0.048 | 0.424 | 0.206 | 0.63 |
| 2020 | 0.395 | 0.180 | 0.090 | 0.055 | 0.485 | 0.235 | 0.72 |
| 2025 | 0.450 | 0.205 | 0.103 | 0.063 | 0.552 | 0.268 | 0.82 |
| 2030 | 0.499 | 0.227 | 0.114 | 0.070 | 0.613 | 0.297 | 0.91 |

Figura II.16 Modulación para una planta de tratamiento de aguas residuales



una cobertura de agua potable igual a la de alcantarillado, en caso contrario hay que afectar por esta última.

De igual forma, al considerar varias plantas de tratamiento, se debe de realizar el análisis de las aportaciones por cuenca.

En estos casos es necesario un análisis detallado de la modulación, ya que el no construirse los siguientes módulos en el tiempo indicado se podría afectar los supuestos reusos del agua, ya sea en zonas de riego, industrias u otros, dado que con el aumento del caudal de aguas residuales en el tiempo, se deterioraría la calidad del efluente al rebasarse la capacidad de diseño del módulo existente.

II.3.1 Beneficios

a) Producción agrícola

Este es el beneficio más común en la evaluación de las plantas de tratamiento, ya que el sector agrícola tiene una fuerte demanda de agua para su producción, dado que en ocasiones el agua subterránea y superficial disponible es insuficiente.

El agua residual tratada puede utilizarse para riego agrícola, sin embargo los patrones de cultivo que se propongan desarrollar con esta agua, deberán ser congruentes con la calidad del agua obtenida del sistema de tratamiento observando tanto el cumplimiento de la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEMARNAT -1996, como el tipo de cultivos que se producen en la región.

Es importante considerar las medidas de optimización en este tipo de proyectos. En este caso podemos entender que la optimización se refiere a lo que debería de hacerse en la situación actual de no llevarse a cabo el proyecto. Lo anterior significa que la situación actual optimizada tenderá a disminuir o eliminar los cultivos menos rentables para el país, como en muchos casos es el maíz u otros que se siguen sembrando debido a los subsidios que se otorgan. Hay que tener cuidado en estas medidas de optimización, ya que se podría exagerar en ellas y aplicar una tasa de incorporación de cultivos tal como se daría en la situación con proyecto.

De igual forma hay que tener cuidado en los cultivos de temporal que son de igual forma muy complejos para poder optimizarlos, ya que son de alto riesgo y los agricultores no tienen mucha disposición a cambiar los patrones actuales. Después de analizarlo a detalle, se podrían considerar exclusivamente otros cultivos regados por lluvia en la zona pero de mayor rentabilidad.

Para calcular este beneficio deberá obtenerse del distrito de riego o distrito de desarrollo rural de la SAGARPA, que corresponda a la zona de estudio, patrones de cultivo (hectáreas destinadas a cada cultivo) por ciclo; superficies sembradas y cosechadas de riego y temporales; rendimientos (t/ha); láminas de riego promedio utilizadas por cultivo (mm/ha); problemática principal, costo de producción por cultivo (\$/ha) y el precio medio rural (PMR). Para algunos casos se puede utilizar precios de CIF (Cost, Insurance and Freight) como precio internacional más el flete hasta el sitio del proyecto, especialmente en productos comerciables, ya que al ser un precio de eficiencia, refleja perfectamente el valor social para el país.

En la situación sin proyecto, se deberán utilizar los patrones de cultivo actuales y con base en los datos obtenidos, se calcula el excedente del productor o utilidad neta, tal como se muestra en la siguiente tabla:

Para la situación con proyecto se deberán proponer patrones de cultivos que estén soportados y derivados de reuniones con los Distritos de Riego, estudios de mercado o históricos semejantes y, en función del volumen de agua tratada disponible y las láminas de riego necesarias para los cultivos propuestos, se determinará la superficie y producción a incorporar, de donde también se obtendrá la utilidad neta anual.

El beneficio del proyecto será la diferencia de los excedentes del productor entre la situación con y sin proyecto (o situación actual optimizada).

En ambas situaciones se deberá descontar de la utilidad el apoyo proporcionado por el Programa de Apoyos Directos al Campo (PROCAMPO)²² o cualquier otra ayuda externa (subsidios) que reciban los agricultores de otras fuentes. Por tal situación es probable que el costo social llegue a ser mayor que el precio privado.

Es importante también considerar la tasa de incorporación de los cultivos, debido a que cuando son superficies de riego nuevas, la incorporación de los agricultores no es inmediata, por lo que deberá diferirse de acuerdo con la experiencia que se tenga en la región o en distritos de riego cercanos.

22 El PROCAMPO se instrumenta a finales de 1993 y surge como un mecanismo de transferencia de recursos para compensar a los productores nacionales por los subsidios que reciben sus competidores extranjeros, en sustitución del esquema de precios de garantía de granos y oleaginosas; otorga un apoyo por hectárea o fracción de ésta a la superficie elegible, inscrita y que esté sembrada con cualquier cultivo lícito o que se encuentre bajo proyecto ecológico autorizado por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT).

Tabla II.6 Producción agrícola en la situación sin proyecto

| CICLOS/ CULTIVOS SITUACIÓN ACTUAL | SUPERFICIE SEMBRADA | RENDIMIENTO | P.M.R. | PRODUCCIÓN TOTAL | VALOR DE LA PRODUCCIÓN | VALOR PROD. UNITARIO | COSTO SOCIAL DE PROD. UNITARIO | COSTO DE PRODUCCIÓN TOTAL | UTILIDAD AP. TOTAL | UTILIDAD AP. UNITARIA |
|--|------------------------|-------------|--------|---------------------|---------------------------|----------------------------|---|---------------------------------|-----------------------|-----------------------------|
| | (has) | (t/ha) | (\$/t) | (t) | (\$) | (\$/ha) | (\$/ha) | (\$) | (\$) | (\$/ha) |
| Primavera-verano | | | | | | | | | | |
| Avena forrajera en verde | 230 | 8.1 | 350 | 1 860 | 651 004 | 2 830 | 4 045 | 930 443 | -279 440 | -1 215 |
| Brócoli | 73 | 14.4 | 3 200 | 1 052 | 3 366 410 | 46 115 | 17 735 | 1 294 679 | 2 071 731 | 28 380 |
| Calabacita | 32 | 31.6 | 1 500 | 1 010 | 1 515 024 | 47 345 | 7 267 | 232 546 | 1 282 478 | 40 077 |
| Cebada forrajera en verde | 240 | 4.7 | 250 | 1 118 | 279 480 | 1 165 | 6 700 | 1 608 000 | -1 328 520 | -5 536 |
| Chile seco | 374 | 2.0 | 45 000 | 743 | 33 441 210 | 89 415 | 14 000 | 5 236 000 | 28 205 210 | 75 415 |
| Chile verde | 119 | 10.1 | 5 686 | 1 196 | 6 800 028 | 57 143 | 12 222 | 1 454 392 | 5 345 636 | 44 921 |
| Frijol | 574 | 2.0 | 7 287 | 1 168 | 8 511 673 | 14 829 | 7 304 | 4 192 585 | 4 319 089 | 7 525 |
| Maíz forrajero en verde | 658 | 82.7 | 225 | 54 439 | 12 248 769 | 18 615 | 5 626 | 3 701 698 | 8 547 071 | 12 989 |
| Maíz grano | 15 320 | 6.6 | 1 295 | 101 235 | 131 108 879 | 8 558 | 8 410 | 128 841 200 | 2 267 679 | 148 |
| Pepino | 24 | 28.3 | 2 549 | 680 | 1 732 980 | 72 208 | 5 485 | 131 635 | 1 601 345 | 66 723 |
| Sorgo grano | 5 745 | 9.3 | 1 297 | 53 589 | 69 497 362 | 12 097 | 6 700 | 38 491 500 | 31 005 862 | 5 397 |
| Tomate rojo (jitomate) | 22 | 30.5 | 5 517 | 670 | 3 696 258 | 168 012 | 18 430 | 405 455 | 3 290 802 | 149 582 |
| Tomate verde | 108 | 31.1 | 3 481 | 3 354 | 11 674 737 | 108 099 | 11 872 | 1 282 166 | 10 392 570 | 96 228 |
| Trigo grano | 130 | 1.0 | 1 000 | 125 | 125 060 | 962 | 6 700 | 871 000 | -745 940 | -5 738 |
| Zanahoria | 44 | 39.8 | 2 500 | 1 750 | 4 375 030 | 99 433 | 21 233 | 934 255 | 3 440 775 | 78 199 |
| Subtotal | 23 693 | | | | 289 023 902 | | | | 99 416 348 | |
| Otoño-invierno | | | | | | | | | | |
| Ajo | 99 | 9.5 | 10 309 | 941 | 9 700 953 | 97 989 | 21 308 | 2 109 472 | 7 591 481 | 76 682 |
| Avena forrajera en verde | 771 | 37.1 | 187 | 28 588 | 5 334 218 | 6 919 | 4 045 | 3 119 007 | 2 215 211 | 2 873 |
| Brocoli | 22 | 13.5 | 2 500 | 297 | 742 500 | 33 750 | 17 735 | 390 177 | 352 323 | 16 015 |
| Canola | 2 | 2.0 | 3 377 | 4 | 13 508 | 6 754 | 5 000 | 10 000 | 3 508 | 1 754 |
| Cebada grano | 727 | 6.0 | 1 950 | 4 365 | 8 511 571 | 11 708 | 6 700 | 4 870 900 | 3 640 671 | 5 008 |
| Cebolla | 75 | 38.2 | 3 023 | 2 866 | 8 665 017 | 115 534 | 18 366 | 1 377 436 | 7 287 582 | 97 168 |
| Garbanzo grano | 5 | 2.4 | 2 500 | 12 | 30 000 | 6 000 | 3 033 | 15 166 | 14 834 | 2 967 |
| Lechuga | 98 | 26.0 | 1 953 | 2 548 | 4 976 397 | 50 780 | 21 000 | 2 058 000 | 2 918 397 | 29 780 |
| Pastos y praderas en verde | 92 | 40.9 | 199 | 3 765 | 749 914 | 8 151 | 100 | 9 200 | 740 714 | 8 051 |
| Tomate rojo (jitomate) | 2 | 28.0 | 2 800 | 56 | 156 800 | 78 400 | 18 430 | 36 860 | 119 940 | 59 970 |
| Tomate verde | 4 | 32.0 | 2 500 | 128 | 320 000 | 80 000 | 11 872 | 47 488 | 272 512 | 68 128 |
| Trigo grano | 239 | 5.4 | 1 646 | 1 280 | 2 106 839 | 8 815 | 6 700 | 1 601 300 | 505 539 | 2 115 |
| Triticale grano | 45 | 6.4 | 1 000 | 286 | 286 020 | 6 356 | 5 000 | 225 000 | 61 020 | 1 356 |
| Zanahoria | 403 | 27.1 | 2 500 | 10 926 | 27 315 340 | 67 780 | 21 233 | 8 556 923 | 18 758 417 | 46 547 |
| Subtotal | 2 584 | | | | 68 909 077 | | | | 44 482 148 | |
| Perennes | | | | | | | | | | |
| Alfalfa verde | 2 740 | 81.0 | 207 | 221 940 | 45 992 626 | 16 786 | 16 527 | 45 283 511 | 709 115 | 259 |
| Durazno | 80 | 5.3 | 5 699 | 422 | 2 404 999 | 30 062 | 13 373 | 1 069 813 | 1 335 186 | 16 690 |
| Rosa (gruesa) | 81 | 2027.7 | 178 | 164 247 | 29 288 529 | 361 587 | 88 200 | 7 144 200 | 22 144 329 | 273 387 |
| Rosa (gruesa) | 12 | 4564.0 | 214 | 54 768 | 11 701 731 | 975 144 | 140 000 | 1 680 000 | 10 021 731 | 835 144 |
| Uva | 105 | 13.5 | 9 000 | 1 417 | 12 752 775 | 121 455 | 10 490 | 1 101 450 | 11 651 325 | 110 965 |
| Subtotal | 3 018 | | | | 102 140 660 | | | | 45 861 686 | |
| Total | 29 295 | | | | 460 073 639 | | | | 189 760 182 | |

Tabla II.7 Producción agrícola en la situación sin proyecto optimizada

| CICLOS/ CULTIVOS SITUACIÓN ACTUAL | SUPERFICIE SEMBRADA | RENDIMIENTO | P.M.R. | PRODUCCIÓN TOTAL | VALOR DE LA PRODUCCIÓN | VALOR PROD. UNITARIO | COSTO SOCIAL DE PROD. UNITARIO | COSTO DE PRODUCCIÓN TOTAL | UTILIDAD AP. TOTAL | UTILIDAD AP. UNITARIA |
|--|------------------------|-------------|--------|---------------------|---------------------------|----------------------------|---|---------------------------------|-----------------------|-----------------------------|
| | (has) | (t/ha) | (\$/t) | (t) | (\$) | (\$/ha) | (\$/ha) | (\$) | (\$) | (\$/ha) |
| Primavera-verano | | | | | | | | | | |
| Avena forrajera en verde | 0 | 8.1 | 350 | 0 | 0 | 0 | 4045 | 0 | 0 | -4045 |
| Brócoli | 73 | 14.4 | 3 200 | 1052 | 3 366 410 | 46 115 | 17 735 | 1 294 679 | 2 071 731 | 28 380 |
| Calabacita | 32 | 31.6 | 1 500 | 1010 | 1 515 024 | 47 345 | 7 267 | 232 546 | 1 282 478 | 40 077 |
| Cebada forrajera en verde | 0 | 4.7 | 250 | 0 | 0 | 0 | 6 700 | 0 | 0 | -6 700 |
| Chile seco | 374 | 2.0 | 45 000 | 743 | 33 441 210 | 89 415 | 14 000 | 5 236 000 | 28 205 210 | 75 415 |
| Chile verde | 119 | 10.1 | 5 686 | 1196 | 6 800 028 | 57 143 | 12 222 | 1 454 392 | 5 345 636 | 44 921 |
| Frijol | 574 | 2.0 | 7 287 | 1168 | 8 511 673 | 14 829 | 7 304 | 4 192 585 | 4 319 089 | 7 525 |
| Maíz forrajero en verde | 658 | 82.7 | 225 | 54 439 | 12 248 769 | 18 615 | 5 626 | 3 701 698 | 8 547 071 | 12 989 |
| Maíz grano | 10 264 | 6.6 | 1 295 | 67 827 | 87 842 949 | 8 558 | 8 410 | 86 323 604 | 1 519 345 | 148 |
| Pepino | 24 | 28.3 | 2 549 | 680 | 1 732 980 | 72 208 | 5 485 | 131 635 | 1 601 345 | 66 723 |
| Sorgo grano | 11 401 | 9.3 | 1 297 | 106 345 | 137 913 250 | 12 097 | 6 700 | 76 384 020 | 61 529 230 | 5 397 |
| Tomate rojo (jitomate) | 22 | 30.5 | 5 517 | 670 | 3 696 258 | 168 012 | 18 430 | 405 455 | 3 290 802 | 149 582 |
| Tomate verde | 108 | 31.1 | 3 481 | 3 354 | 11 674 737 | 108 099 | 11 872 | 1 282 166 | 10 392 570 | 96 228 |
| Trigo grano | 0 | 1.0 | 1 000 | 0 | 0 | 0 | 6 700 | 0 | 0 | -6 700 |
| Zanahoria | 44 | 39.8 | 2 500 | 1 750 | 4 375 030 | 99 433 | 21 233 | 934 255 | 3 440 775 | 78 199 |
| Subtotal | 23 693 | | | | 313 118 316 | | | | 131 545 282 | |
| Otoño-invierno | | | | | | | | | | |
| Ajo | 99 | 9.5 | 10 309 | 941 | 9 700 953 | 97 989 | 21 308 | 2 109 472 | 7 591 481 | 76 682 |
| Avena forrajera en verde | 771 | 37.1 | 187 | 28 588 | 5 334 218 | 6 919 | 4 045 | 3 119 007 | 2 215 211 | 2 873 |
| Brocoli | 22 | 13.5 | 2 500 | 297 | 742 500 | 33 750 | 17 735 | 390 177 | 352 323 | 16 015 |
| Canola | 2 | 2.0 | 3 377 | 4 | 13 508 | 6 754 | 5 000 | 10 000 | 3 508 | 1 754 |
| Cebada grano | 727 | 6.0 | 1 950 | 4 365 | 8 511 571 | 11 708 | 6 700 | 4 870 900 | 3 640 671 | 5 008 |
| Cebolla | 75 | 38.2 | 3 023 | 2 866 | 8 665 017 | 115 534 | 18 366 | 1 377 436 | 7 287 582 | 97 168 |
| Garbanzo grano | 5 | 2.4 | 2 500 | 12 | 30 000 | 6 000 | 3 033 | 15 166 | 14 834 | 2 967 |
| Lechuga | 98 | 26.0 | 1 953 | 2 548 | 4 976 397 | 50 780 | 21 000 | 2 058 000 | 2 918 397 | 29 780 |
| Pastos y praderas en verde | 92 | 40.9 | 199 | 3 765 | 749 914 | 8 151 | 100 | 9 200 | 740 714 | 8 051 |
| Tomate rojo (jitomate) | 2 | 28.0 | 2 800 | 56 | 156 800 | 78 400 | 18 430 | 36 860 | 119 940 | 59 970 |
| Tomate verde | 4 | 32.0 | 2 500 | 128 | 320 000 | 80 000 | 11 872 | 47 488 | 272 512 | 68 128 |
| Trigo grano | 239 | 5.4 | 1 646 | 1 280 | 2 106 839 | 8 815 | 6 700 | 1 601 300 | 505 539 | 2 115 |
| Triticale grano | 45 | 6.4 | 1 000 | 286 | 286 020 | 6 356 | 5 000 | 225 000 | 61 020 | 1 356 |
| Zanahoria | 403 | 27.1 | 2 500 | 10 926 | 27 315 340 | 67 780 | 21 233 | 8 556 923 | 18 758 417 | 46 547 |
| Subtotal | 2 584 | | | | 68 909 077 | | | | 44 482 148 | |
| Perennes | | | | | | | | | | |
| Alfalfa verde | 2 740 | 81.0 | 207 | 221 940 | 45 992 626 | 16 786 | 16 527 | 45 283 511 | 709 115 | 259 |
| Durazno | 80 | 5.3 | 5 699 | 422 | 2 404 999 | 30 062 | 13 373 | 1 069 813 | 1 335 186 | 16 690 |
| Rosa (gruesa) | 81 | 2027.7 | 178 | 164 247 | 29 288 529 | 361 587 | 88 200 | 7 144 200 | 22 144 329 | 273 387 |
| Rosa (gruesa) | 12 | 4564.0 | 214 | 54 768 | 11 701 731 | 975 144 | 140 000 | 1 680 000 | 10 021 731 | 835 144 |
| Uva | 105 | 13.5 | 9 000 | 1 417 | 12 752 775 | 121 455 | 10 490 | 1 101 450 | 11 651 325 | 110 965 |
| Subtotal | 3 018 | | | | 102 140 660 | | | | 45 861 686 | |
| Total | 29 295 | | | | 484 168 053 | | | | 221 889 116 | |

Tabla II.8 Producción agrícola en la situación con proyecto

| CICLOS/ CULTIVOS SITUACIÓN ACTUAL | SUPERFICIE SEMBRADA | RENDIMIENTO | P.M.R. | PRODUCCIÓN TOTAL | VALOR DE LA PRODUCCIÓN | VALOR PROD. UNITARIO | COSTO SOCIAL DE PROD. UNITARIO | COSTO DE PRODUCCIÓN TOTAL | UTILIDAD AP. TOTAL | UTILIDAD AP. UNITARIA |
|--|------------------------|-------------|--------|---------------------|---------------------------|----------------------------|---|---------------------------------|-----------------------|-----------------------------|
| | (has) | (t/ha) | (\$/t) | (t) | (\$) | (\$/ha) | (\$/ha) | (\$) | (\$) | (\$/ha) |
| Primavera-verano | | | | | | | | | | |
| Avena forrajera en verde | 0 | 8.1 | 350 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Brócoli | 73 | 14.4 | 3 200 | 1 052 | 3 366 410 | 46 115 | 17 735 | 1 294 679 | 2 071 731 | 28 380 |
| Calabacita | 32 | 31.6 | 1 500 | 1 010 | 1 515 024 | 47 345 | 7 267 | 232 546 | 1 282 478 | 40 077 |
| Cebada forrajera en verde | 0 | 4.7 | 250 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Chile seco | 374 | 2.0 | 45 000 | 743 | 33 441 210 | 89 415 | 14 000 | 5 236 000 | 28 205 210 | 75 415 |
| Chile verde | 119 | 10.1 | 5 686 | 1 196 | 6 800 028 | 57 143 | 12 222 | 1 454 392 | 5 345 636 | 44 921 |
| Frijol | 574 | 2.0 | 7 287 | 1 168 | 8 511 673 | 14 829 | 7 304 | 4 192 585 | 4 319 089 | 7 525 |
| Maíz forrajero en verde | 658 | 82.7 | 225 | 54 439 | 12 248 769 | 18 615 | 5 626 | 3 701 698 | 8 547 071 | 12 989 |
| Maíz grano | 9 956 | 6.6 | 1 295 | 65 792 | 85 207 660 | 8 558 | 8 410 | 83 733 896 | 1 473 764 | 148 |
| Pepino | 24 | 28.3 | 2 549 | 680 | 1 732 980 | 72 208 | 5 485 | 131 635 | 1 601 345 | 66 723 |
| Sorgo grano | 11 401 | 9.3 | 1 297 | 106 345 | 137 913 250 | 12 097 | 6 700 | 76 384 020 | 61 529 230 | 5 397 |
| Tomate rojo (jitomate) | 56 | 30.5 | 5 517 | 1 690 | 9 324 650 | 168 012 | 18 430 | 1 022 853 | 8 301 796 | 149 582 |
| Tomate verde | 382 | 31.1 | 3 481 | 11 877 | 41 340 675 | 108 099 | 11 872 | 4 540 199 | 36 800 476 | 96 228 |
| Trigo grano | 0 | 1.0 | 1 000 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Zanahoria | 44 | 39.8 | 2 500 | 1 750 | 4 375 030 | 99 433 | 21 233 | 934 255 | 3 440 775 | 78 199 |
| Subtotal | 23 693 | | | | 345 777 359 | | | | 162 918 602 | |
| Otoño-invierno | | | | | | | | | | |
| Ajo | 99 | 9.5 | 10 309 | 941 | 9 700 953 | 97 989 | 21 308 | 2 109 472 | 7 591 481 | 76 682 |
| Avena forrajera en verde | 771 | 37.1 | 187 | 28 588 | 5 334 218 | 6 919 | 4 045 | 3 119 007 | 2 215 211 | 2 873 |
| Brocoli | 22 | 13.5 | 2 500 | 297 | 742 500 | 33 750 | 17 735 | 390 177 | 352 323 | 16 015 |
| Canola | 2 | 2.0 | 3 377 | 4 | 13 508 | 6 754 | 5 000 | 10 000 | 3 508 | 1 754 |
| Cebada grano | 727 | 6.0 | 1 950 | 4 365 | 8 511 571 | 11 708 | 6 700 | 4 870 900 | 3 640 671 | 5 008 |
| Cebolla | 75 | 38.2 | 3 023 | 2 866 | 8 665 017 | 115 534 | 18 366 | 1 377 436 | 7 287 582 | 97 168 |
| Garbanzo grano | 5 | 2.4 | 2 500 | 12 | 30 000 | 6 000 | 3 033 | 15 166 | 14 834 | 2 967 |
| Lechuga | 98 | 26.0 | 1 953 | 2 548 | 4 976 397 | 50 780 | 21 000 | 2 058 000 | 2 918 397 | 29 780 |
| Pastos y praderas en verde | 92 | 40.9 | 199 | 3 765 | 749 914 | 8 151 | 100 | 9 200 | 740 714 | 8 051 |
| Tomate rojo (jitomate) | 2 | 28.0 | 2 800 | 56 | 156 800 | 78 400 | 18 430 | 36 860 | 119 940 | 59 970 |
| Tomate verde | 4 | 32.0 | 2 500 | 128 | 320 000 | 80 000 | 11 872 | 47 488 | 272 512 | 68 128 |
| Trigo grano | 239 | 5.4 | 1 646 | 1 280 | 2 106 839 | 8 815 | 6 700 | 1 601 300 | 505 539 | 2 115 |
| Triticale grano | 45 | 6.4 | 1 000 | 286 | 286 020 | 6 356 | 5 000 | 225 000 | 61 020 | 1 356 |
| Zanahoria | 403 | 27.1 | 2 500 | 10 926 | 27 315 340 | 67 780 | 21 233 | 8 556 923 | 18 758 417 | 46 547 |
| Subtotal | 2 584 | | | | 68 909 077 | | | | 44 482 148 | |
| Perennes | | | | | | | | | | |
| Alfalfa verde | 2 740 | 81.0 | 207 | 221 940 | 45 992 626 | 16 786 | 16 527 | 45 283 511 | 709 115 | 259 |
| Durazno | 80 | 5.3 | 5 699 | 422 | 2 404 999 | 30 062 | 13 373 | 1 069 813 | 1 335 186 | 16 690 |
| Rosa (gruesa) | 81 | 2027.7 | 178 | 164 247 | 29 288 529 | 361 587 | 88 200 | 7 144 200 | 22 144 329 | 273 387 |
| Rosa (gruesa) | 12 | 4564.0 | 214 | 54 768 | 11 701 731 | 975 144 | 140 000 | 1 680 000 | 10 021 731 | 835 144 |
| Uva | 105 | 13.5 | 9 000 | 1 417 | 12 752 775 | 121 455 | 10 490 | 1 101 450 | 11 651 325 | 110 965 |
| Subtotal | 3 018 | | | | 102 140 660 | | | | 45 861 686 | |
| Total | 29 295 | | | | 516 827 096 | | | | 253 262 436 | |

También es importante considerar un balance anual del agua con base en las láminas de riego para comprobar que sea suficiente para los cultivos.

En el Anexo H se presenta una serie de recomendaciones de cómo optimizar la situación agrícola actual y metodologías de evaluación de este tipo de proyectos, así como un resumen de la parte normativa necesaria.

En consecuencia, los beneficios derivados de la producción agrícola pueden ser de dos tipos:

a. Por incremento en la producción

Existen proyectos en donde la recolección adicional en nuevas zonas de alcantarillado o el cambio del punto de descarga permite incrementar el volumen disponible de agua para riego en zonas existentes o de nueva creación.

Cuando el tratamiento de las aguas residuales permite disponer de cierto caudal de agua adicional para la agricultura y es posible incorporar al riego nuevas superficies de siembra, se considera como beneficio el excedente del productor de estas nuevas hectáreas, sin embargo, es necesario considerar el costo de la infraestructura requerida para el riego de estas nuevas áreas.

Cuando el caudal de la planta permite tener un flujo constante de agua tratada hacia una zona de riego de temporal, es decir que sólo riega en época de lluvias, se puede plantear un complemento al esquema de cultivos en esta zona (cultivos perennes). El beneficio será la diferencia del excedente del productor entre la situación con y sin proyecto.

b. Por cambio de cultivos

Cuando la calidad del agua tratada que se propone obtener del sistema de tratamiento permite cambiar los patrones de cultivo actuales (sin proyecto) por cultivos más rentables, la diferencia del excedente del productor entre la situación con y sin proyecto, es decir con los cultivos actuales y los que se pueden sembrar una vez operando el proyecto, representa el valor del beneficio atribuible al proyecto de saneamiento.



b) Mayor disponibilidad de agua

Existen casos en que se puede intercambiar el agua residual tratada, con la calidad adecuada, por la utilizada en la agricultura o la industria, lo cual permite liberar volúmenes de agua potable que utilizaban en sus cultivos, procesos e instalaciones.

Estos caudales liberados que se pueden ingresar al sistema de agua potable, considerando los costos necesarios para su interconexión, se pueden evaluar como un proyecto de agua potable, considerando como beneficios mayor consumo y liberación de recursos ya que regularmente el costo del agua de primer uso que emplean es elevado, por lo que se debe estimar la diferencia entre el costo del agua actual y la residual tratada, es decir costos con y sin proyecto, que al multiplicarlo por el volumen anual da el beneficio del proyecto.

c) Disminución de enfermedades de origen hídrico

Existen diversas enfermedades relacionadas con el contacto de aguas residuales crudas, entre ellas las intestinales, cutáneas y oftálmicas. Este beneficio será aplicable cuando con el proyecto de las plantas de tratamiento de aguas residuales se eliminen o limpien estas descargas, aunque podría estar supeditado a la presencia de colectores y emisores.

Para cuantificar los costos de ese contacto, se procederá a realizar encuestas directas a la población objetivo del proyecto, y se complementarán con información del sector salud en caso de ser necesario.

En las encuestas se obtendrá el porcentaje de incidencia de cada enfermedad, el número de casos al año, lugar donde se atienden (privado o particular), el costo de tratamiento, días de incapacidad y el tipo de personas que lo adquieren.

Con estos datos se determinará el número de casos promedio presentados en el último año, el costo promedio de tratamiento y el costo por atención médica anual por persona. Este beneficio se aplicará al número de habitantes que se van a beneficiar con el proyecto, el cual se hará incremental hasta el año de saturación del mismo.

También se debe considerar el costo de oportunidad del tiempo de la población afectada. Para ello, se debe de estimar el número de días que dejan de laborar las personas que se enferman y multiplicar este número por el costo de oportunidad en pesos del día laborable. Es importante considerar el costo de las medicinas con Genéricos Intercambiables (GI), ya que es más representativo del costo social.

Se puede considerar el costo de oportunidad con relación al tiempo que dejan de trabajar los adultos (en la encuesta hay que diferenciar a los adultos de los niños) por acudir o llevar a los menores al servicio médico.

d) Mejoramiento de la calidad de los cuerpos receptores

a. Potabilización

Cuando las aguas residuales sin tratar son vertidas en el subsuelo o en algún cuerpo receptor y éstas se infiltran y contaminan los mantos acuíferos, o bien, escurren hasta los sitios donde el agua es extraída y utilizada como fuente de suministro para agua potable de la localidad o de localidades aguas abajo de la descarga, es necesario tratar las aguas extraídas para consumo doméstico, lo que implica un costo de potabilización. Al prevenir la contaminación de acuíferos y fuentes superficiales se disminuye o elimina la necesidad de aplicar el proceso de potabilización.

Para calcular este beneficio se debe determinar la calidad de agua para consumo doméstico y cuantificar el costo del tratamiento que se requeriría para suministrarla a la población y aplicarla al volumen de agua afectado, este costo se reflejará en todo el horizonte de proyecto.

b. Saneamiento de cauces

Existen cuerpos de aguas a los que se les da limpieza periódica, consistente en quitar basuras, sólidos gruesos, maleza acuática generada por el acumulamiento de nutrientes en el agua, dragado por el exceso de material orgánico sedimentado; esta limpieza, realizada con medios mecánicos o manuales puede disminuirse, resultando en un ahorro de recursos como beneficio atribuible a la construcción de un sistema de tratamiento.

Para ello se deberá acudir a las dependencias encargadas, quienes deberán proporcionar los costos de limpieza del cuerpo de agua afectado, infiriendo qué porcentaje es atribuible a la aportación de aguas residuales.

e) Postergación de inversiones

Si por efecto de aumentar la disponibilidad de agua se logran postergar inversiones programadas para infraestructura de agua potable nueva, el costo de estos recursos deberá incluir el interés (costo de oportunidad de los recursos) que generen en el tiempo que se logre diferir la inversión, el cual se tomará como beneficio adicional por este concepto. Se puede estimar por el costo anual equivalente de la nueva fuente en el número de años que se desfase la infraestructura de agua potable.

f) Impacto ambiental

a. Mortandad de flora y fauna

Descargar aguas residuales crudas al medio ambiente afecta a la flora y fauna propias de la región, mismas que forman parte del ecosistema y cuya desaparición, si bien es difícil de valorar, deberá tomarse en cuenta o bien describirse como un intangible del proyecto.

b. Malos olores y disminución de fauna nociva

La descarga de aguas residuales a cielo abierto provoca la generación de malos olores y la propagación de fauna nociva, como son ratas, ratones, cucarachas, etc., cuando este fenómeno se presente en zona urbana habitada, tiene afectaciones en un sector de la población, la cual estima el verse librada de estos problemas. Este beneficio queda incluido a través del incremento de la plusvalía de los terrenos afectados por realizarse las obras, y la forma de valorarlo se describe en la sección II.7 Alcantarillado.

g) Impacto sobre actividades económicas

Existen casos en los que la descarga de aguas residuales afecta actividades económicas por la contaminación del cuerpo receptor, reduciendo o imposibilitando su producción. Tal es el caso de la pesca, turismo, acuicultura y procesos industriales, entre otros. A continuación se describe el impacto en tales actividades.

a. Turismo

Cuando la zona de descarga de aguas residuales es turística y la contaminación afecta la afluencia de visitantes, ya



sea por su impacto visual, malos olores generados, fauna nociva o contaminación, deberá investigarse en las dependencias de Turismo la afluencia de visitantes nacionales, de ser el caso los visitantes extranjeros, y los ingresos que representa para la localidad dicho concepto. También se analizará el porcentaje o disminución estimada del turismo derivado directamente por a ocurrencia de descargas de aguas residuales, tomando el producto de estas cantidades como el beneficio social por conservación del turismo.

b. Acuicultura, piscicultura y/o pesca

Cuando en la zona que se desarrollan estas actividades, el agua residual sin tratar impacte en la producción, ya sea en su calidad y/o cantidad, se deberá determinar la variación de la misma a través del tiempo, con la finalidad de determinar el impacto de la contaminación sobre la utilidad neta, es obvio que los datos los deberán proporcionar las asociaciones de la región afectada o en determinado caso las dependencias involucradas.

h) Desarrollo industrial

Existen zonas en las que la limitación de la disponibilidad de agua imposibilita el desarrollo industrial de la localidad. Cuando existan solicitudes de empresas demandando disponibilidad de agua para su instalación en la región, podría estimarse la utilidad neta de la producción del bien o servicio nuevo, el cual se tomaría como el beneficio. Se debe de contar con un amplio soporte para comprobar que se realizará, así como el año en que se instalará dicha industria.

i) Cumplimiento de tratados internacionales

Cuando existen tratados o acuerdos internacionales que implican cumplir con cierta calidad en las descargas de aguas residuales para beneficio común o por algún interés internacional, su incumplimiento implica sanciones no siempre escritas o explícitas, por lo que de existir, deberá estimarse como intangible el impacto social y de imagen diplomática que pudiese provocar el incumplimiento de los mismos. Dada la importancia del cumplimiento de los mismos, se podría optar por la metodología de costo-eficiencia.

II.3.2 Costos

a) Costos de inversión y reinversión

Están representados por el uso de recursos materiales, maquinaria y mano de obra requeridos para construir el sistema de tratamiento de aguas residuales y todas las obras nece-

sarias para ponerlo en funcionamiento. Por consiguiente, deberá incluir los colectores para conducir el agua residual a la planta y el tratamiento de los lodos, subproducto del tratamiento de aguas residuales.

Asimismo, se incluyen en este rubro todas aquellas inversiones que se requieran para que el agua tratada genere los beneficios propuestos. Por ejemplo, los sistemas de riego, los canales las líneas para conducir el agua para su reutilización. Si alguna obra está condicionada a la construcción de la planta de tratamiento, se incluirá el flujo de costo-beneficio de dicha obra, así como cualquier infraestructura necesaria para obtener los beneficios.

Un concepto muy importante dentro de las inversiones lo constituye el predio o terreno necesario para la realización del proyecto, en caso de que sea propiedad del organismo o promotor del proyecto, se considerará como costo hundido, sin embargo, siempre se deberá incluir el costo de oportunidad del mismo.

b. Costos de operación y mantenimiento

Es indispensable considerar todos los costos necesarios para operar y mantener en buenas condiciones el sistema de tratamiento y toda la infraestructura adicional propuesta para el aprovechamiento del agua residual durante la vida útil del proyecto.



II.4 Proyectos de protección a centros de población contra inundaciones (PCP)

A nivel mundial, las inundaciones se han incrementado más rápidamente que ningún otro desastre natural. De acuerdo con la Cruz Roja Internacional, durante el período de 1919 a 2004 ha colaborado en más ocurrencias de inundaciones que en cualquier otro tipo de asistencias²³, en gran medida porque el desarrollo acelerado de las comunidades modifica los ecosistemas locales, incrementando el riesgo de inundaciones al que están expuestas muchas poblaciones.

Una estimación de las víctimas fatales en nuestro país a consecuencia de fenómenos hidrometeorológicos arroja 2 767 personas²⁴ en dicho periodo, lo que arroja un promedio de 140 individuos fallecidos anualmente. En México han ocurrido pérdidas económicas con un monto promedio anual cercano a los 500 millones de dólares²⁵. En el pasado, las poblaciones entendían la naturaleza de las inundaciones, no en términos de ocurrencia estadística ni de estructura hidrometeorológica, sino en términos de un elemento más del medio ambiente con el que se mantenían en estrecho contacto. Aunque la gente vivía cerca de los ríos, sus hogares eran construidos en terrenos altos para evitar afectaciones debidas a las inundaciones, conforme aumentó la población y sus necesidades, la infraestructura desarrollada también lo hizo, esta ocupación de las zonas cercanas a los ríos y el crecimiento no ordenado de las nuevas zonas urbanas son algunos de los factores fundamentales que acrecienta el riesgo de inundaciones.

En nuestro país en las planicies de los grandes ríos, prácticamente todos los años se producen inundaciones derivadas de sus desbordamientos; la causa principal es la pérdida de la capacidad hidráulica de estas corrientes una vez que transitan de las zonas de sierra o montaña y se adentran en las planicies. En contraste, las inundaciones en las zonas semidesérticas son menos frecuentes, por lo que suelen olvidarse o ignorarse, sin embargo cuando éstas se llegan a presentar, causan serios problemas, ya que tienen altas intensidades de precipitación en corto tiempo.

Para mitigar los efectos negativos causados por las inundaciones, se pueden diseñar y construir sistemas de evacuación para reducir o eliminar el agua en el sector inundado,

o bien para evitar o retrasar la llegada de ésta al sector que se inunda.

Para efectos de elegir el sistema adecuado de evacuación y drenaje de aguas lluvias, hay que diferenciar entre sectores urbanos ya consolidados (caso específico del casco urbano consolidado de la mayoría de las ciudades del país) y aquellos sectores nuevos que están en vías de desarrollo. En el caso de los centros urbanos consolidados se opta generalmente por soluciones enterradas, motivadas por condiciones de seguridad, por restricciones de espacio, por razones de costos, etc., en cambio en sectores nuevos, es posible implementar en forma más profusa técnicas alternativas o técnicas de gestión de escurrimiento urbano.

El objetivo de esta sección es proporcionar las herramientas que permitan evaluar socioeconómicamente las obras de protección contra inundaciones planteadas. Vale la pena destacar que muchos de los beneficios que se presentan no pueden ser evaluados en términos económicos, y sin embargo pueden ser muy importantes (vidas humanas, por ejemplo), tanto o más como el proyecto estudiado. Si bien se puede plantear el hecho de evaluar la mejor alternativa, considerada como única factible, derivado del nivel de información tanto histórica como circunstancial, también existen criterios técnicos para la evaluación de diversas alternativas (bordos, presas de control, canales de alivio, etc.) todas ellas enfocadas al mismo fin, aunque con diferentes beneficios directos e indirectos. La selección de la mejor alternativa se hará tomando en cuenta los indicadores económicos y en muchos casos aquellos beneficios que no pudieron valorarse económicamente (transformarse a unidades monetarias).

II.4.1 Conceptos Básicos

a) Inundaciones

Una inundación se produce cuando una zona de tierra queda temporalmente cubierta por agua, ello se puede deber al almacenamiento de agua de lluvia en zonas con escaso drenaje, a mareas de tormenta o de viento o bien al desbordamiento de ríos y arroyos²⁶.

De acuerdo con la Organización de las Naciones Unidas para la Ciencia, la Educación y la Cultura UNESCO, la de-

23 International Federation of Red Cross and Red Crescent Societies.

24 Salas M. "Inundaciones". Serie Fascículos, CENAPRED.

25 Bitran D. "Características del impacto socioeconómico de los principales desastres ocurridos en México". Nos. 1,2,3,4 y 5. Serie Impacto socioeconómico de los desastres en México. CENAPRED.

26 Maza, A. "Obras de Protección para el Control de Inundaciones". Instituto de Ingeniería de la UNAM.

finición oficial de inundación es “aumento del agua por arriba del nivel normal del cauce” En este caso el nivel normal debe entenderse como aquella elevación de la superficie del agua que no causa daños²⁷.

Por otra parte, avenida se define como “una elevación rápida y eventualmente breve del nivel de las aguas en un río o arroyo hasta un máximo desde el cual dicho nivel desciende a menor velocidad²⁸”.

Con lo anterior se entiende por inundación: aquel evento que debido a la precipitación, oleaje, marea de tormenta o falla de alguna estructura hidráulica, provoca un incremento en el nivel de la superficie del agua de los ríos o del mar mismo, generando invasión o penetración de agua en sitios donde usualmente no la hay y, generalmente, daños en la población, agricultura, ganadería e infraestructura en general.

Un factor fundamental en las inundaciones es la precipitación, y su efecto está en función de su magnitud y duración, así como de las características físicas de la cuenca, las combinaciones más comunes, para que se presenten inundaciones, son: precipitación intensa sobre cuencas montañosas pequeñas y precipitación de gran magnitud con varios días de duración en cuencas grandes.

La cantidad de precipitación que no se infiltra en el suelo y produce escurrimiento superficial se le llama lluvia efectiva, lluvia neta o lluvia en exceso y equivale a la altura total de la precipitación menos las pérdidas (intercepción, almacenamiento en depresiones, evaporación e infiltración).

Las clasificaciones más comunes de las inundaciones obedecen a su origen, o bien, al tiempo que tardan en presentarse sus efectos.

De acuerdo con su origen, los principales tipos de inundaciones son:

- Inundaciones pluviales. Son consecuencia de la precipitación²⁹, se presentan cuando el terreno se ha saturado y el agua de lluvia excedente comienza a acumularse, pudiendo

permanecer horas o días; su principal característica es que el agua acumulada es agua precipitada sobre esa zona.

- Inundaciones fluviales. Cuando el agua se desborda de los ríos y queda sobre la superficie del terreno cercano a ellos.
- Inundaciones costeras. Se presentan cuando el nivel medio del mar asciende debido a la marea y permite que éste penetre tierra adentro, en las zonas costeras.
- Inundaciones por falla de infraestructura hidráulica. Esta causa es aún más grave que las antes mencionadas, ya que si la capacidad de las obras destinadas para protección es insuficiente, la inundación será mayor que si no existieran obras, afortunadamente estas fallas son poco frecuentes y eventualmente se deben a diseño escaso, mala operación, falta de mantenimiento o término de la vida útil.

De acuerdo con el tiempo de respuesta de la cuenca, las inundaciones se clasifican en:

- Inundaciones lentas. Cuando el suelo no puede seguir absorbiendo más agua de lluvia, el volumen remanente escurre por los ríos, arroyos o sobre el terreno, si el volumen que fluye por el cauce excede la capacidad de este, se presentan desbordamientos sobre sus márgenes, y el agua desalojada puede permanecer horas o días sobre el terreno inundado.
- Inundaciones súbitas. Son el resultado de lluvias repentinas e intensas que ocurren en áreas específicas, pueden ocasionar que pequeñas corrientes se transformen en cuestión de minutos en violentos torrentes.

b) Lámina de precipitación

La precipitación se caracteriza como una altura o lámina³⁰, de esta manera es posible comparar la altura de la lluvia en diferentes puntos de una cuenca, o bien, obtener un promedio. Es de interés particular en el tema de las inundaciones, conocer la cantidad de precipitación que se acumula en duraciones generalmente, menores a un día.

c) Intensidad de precipitación

La cantidad de lluvia que se precipita en cierto tiempo es conocida como la intensidad de precipitación (altura de precipitación por unidad de tiempo, por ejemplo milímetros por hora, mm/h); como se puede intuir, este parámetro es de vital importancia ya que no es lo mismo que llueva cierta lámina en un día, a que esa misma lámina se registre en pocas horas.

27 Ley de Aguas Nacionales del 24 de abril de 2004. artículo 3º, párrafo XI, se define “Cauce de una corriente”: el canal natural o artificial que tiene la capacidad necesaria para que las aguas de la creciente máxima ordinaria escurran sin derramarse. Cuando las corrientes estén sujetas a desbordamiento, se considera como cauce el canal natural, mientras no se construyan obras de encauzamiento; en los orígenes de cualquier corriente, se considera como cauce propiamente definido, cuando el escurrimiento se concentre hacia una depresión topográfica y éste forme una cárcava o canal, como resultado de la acción del agua fluyendo sobre el terreno.

28 OMM/UNESCO “Glosario Hidrológico Internacional”, Secretaría de la Organización Meteorológica Mundial. 1974.

29 Las causas principales de la precipitación son: ciclones tropicales, lluvias orográficas, lluvias invernales (frentes fríos) y lluvias convectivas.

30 Los aparatos que miden la lluvia, pluviómetros o pluviógrafos, la expresan como lámina de lluvia.

Tabla II.9 Clasificación de la precipitación según su intensidad en 24 horas

| CLASIFICACIÓN | INTENSIDAD |
|---------------------|-------------------------|
| Lluvias intensas | Lluvia mayor de 70 mm |
| Lluvias muy fuertes | Lluvia entre 50 y 70 mm |
| Lluvias fuertes | Lluvia entre 20 y 50 mm |
| Lluvias moderadas | Lluvia entre 10 y 20 mm |
| Lluvias ligeras | Lluvia entre 5 y 10 mm |
| Lluvias escasas | Lluvia menor de 5 mm |

Esta clasificación de precipitaciones se puede presentar para lluvias del tipo convectiva, orográfica o ciclónica.

d) Gasto

Es la cantidad volumen de agua, en este caso, de origen pluvial que pasa por un sitio determinado en un cierto tiempo, también se conoce como caudal, las unidades más comúnmente empleadas son los metros cúbicos por segundo, m^3/s . Este concepto se usa para determinar el volumen de agua que escurre en un río o fluye por una estructura (canal, túnel tubería, vertedor, etc.), sin embargo, en esta sección, su uso más importante se refiere al diseño de obras de infraestructura hidráulica.

e) Cuenca

La cuenca es una zona de la superficie terrestre delimitada por un contorno de mayor altura denominado parteaguas donde, si fuera impermeable, las gotas de lluvia que caen sobre ella tenderían a ser drenadas por el sistema de corrientes hacia un mismo punto de salida, usualmente el área se expresa en km^2 (ver figura II.17).

En función de su tamaño las cuencas se clasifican en grandes o pequeñas, para fines prácticos se puede usar la clasificación siguiente:

Tabla II.10 Clasificación de las cuencas según su tamaño³¹

| Tamaño de la cuenca en km^2 | Descripción |
|-------------------------------|--------------------|
| Menor de 25 | Muy pequeña |
| Entre 25 y 250 | Pequeña |
| Entre 250 y 500 | Intermedia-pequeña |
| Entre 500 y 2500 | Intermedia-grande |
| Entre 2500 y 5000 | Grande |
| Mayor a 5000 | Muy grande |

³¹ CONAGUA, "Manual de Ingeniería de Ríos", Estudio Hidrológico para Obras de Protección, 1993.

Figura II.17 Esquema de una cuenca



f) Regulación

La regulación de los escurrimientos permite disminuir los gastos máximos y mantener los gastos mínimos que fluyen por algún conducto, sea escurrimiento natural (ríos) o artificial (canal, túnel, etc.). Cuando se trata de avenidas extraordinarias, resulta difícil atenuar los gastos máximos y solo se logra mediante embalses reguladores (presas).

g) Hidrograma

Es la representación gráfica de la variación continua del gasto en el tiempo, para cada punto del hidrograma se conoce el gasto que está pasando por el sitio de medición. El área bajo la curva de esta gráfica es el volumen que ha escurrido durante el lapso entre dos instantes (ver figura II.18)

La respuesta de una cuenca a un evento de lluvia es el escurrimiento que se presenta en su salida y este depende de las características geomorfológicas de la cuenca y su grado de urbanización; el tipo y uso de suelo son factores fundamentales en la determinación de las superficies impermeables y de la capacidad de infiltración. Dicha respuesta se caracteriza por un hidrograma unitario, el cual se debe estimar con los datos de escurrimiento observados y con datos de lluvia en la cuenca de interés, cuando no se disponga de esta información se debe determinar un Hidrograma Unitario Sintético.

De forma sucinta, se puede mencionar que los parámetros que definen un hidrograma para una tormenta aislada son: gasto pico, volumen de escurrimiento, tiempo pico y tiempo base.

h) Periodo de retorno

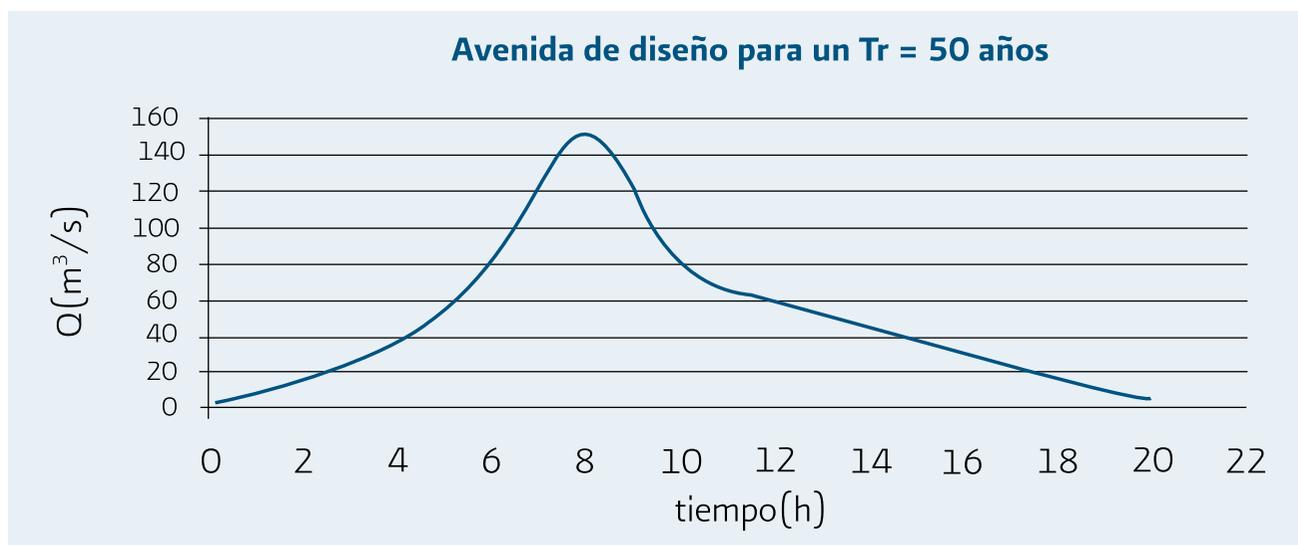
Es el tiempo que, en promedio, debe transcurrir para que se presente un evento igual o mayor a una cierta magnitud; también podemos decir, que es el periodo de tiempo en el que se puede presentar una lluvia de una cierta intensidad, pudiendo ser desde el primer o hasta el último día de dicho periodo.

Normalmente el tiempo que se usa son años, y la magnitud del evento puede ser el escurrimiento, expresado como un gasto, una lámina de precipitación o un tirante de inundación. En las normas de diseño de obras hidráulicas³² se han propuesto períodos de retorno específicos para dimensionar obras de protección contra inundaciones, por ejemplo, para obras de diseño de drenaje urbano se utiliza comúnmente 10 años y para obras de excedencias de presas se usa 10 000 años.

La selección de la frecuencia o periodo de retorno para el diseño de una estructura u obra hidráulica de protección, se encuentra en función de los daños ocasionados, en pérdidas de vidas humanas, en daños materiales, en contaminación de cuerpos de agua, en impactos negativos a la salud de la población, o bien en afectaciones a la economía regional y/o nacional, mismos que deben minimizarse hasta donde sea posible.

32 CONAGUA, Gerencia de Aguas Superficiales e Ingeniería de Ríos (GASIR).

Figura II.18 Esquema de un hidrograma



i) Avenida de diseño

La avenida de diseño se determina a partir de una frecuencia de ocurrencia o periodo de retorno, mismo que se puede entenderse como una medida de seguridad de la estructura y se puede estimar utilizando alguno de los siguientes enfoques, el primero con base en recomendaciones y el segundo basado en un análisis del riesgo con fundamento estadístico.

Con relación al primer enfoque existen criterios de diseño generalizados que pueden ser adoptados en el diseño de avenidas para obras de control de inundaciones (Ver Anexo K).

El segundo enfoque se emplea cuando se cuenta con suficiente información para determinar el periodo de retorno óptimo, que involucrará tanto el costo de la estructura como los daños ocasionados en ausencia de la misma, es decir se selecciona el tamaño de la estructura en función del costo total mínimo esperado. Esto es, el costo de la estructura más los daños potenciales de la avenida en ausencia de ésta.

j) Análisis de una avenida

En una avenida las características fundamentales por determinar son:

- La máxima elevación del nivel del agua encontrada durante la avenida (Elevación).
- La máxima relación de flujo (Gasto).
- El volumen de agua (obtenido de un hidrograma).
- Tiempo durante el cual el gasto no desciende de un cierto nivel (Duración).
- La Velocidad del Flujo, que durante la avenida puede ser la causa de daño extensivo a las estructuras como puentes, alcantarillas, rectificación de ríos, etc.

k) Obtención de las avenidas de diseño asociadas a un periodo de retorno.

El primer paso para definir la(s) avenida(s) de diseño asociada(s) a uno o varios periodos de retorno, las cuales son indispensables para la estimación de las áreas de inundación, es determinar el método más adecuado para su obtención, para fines prácticos los métodos para determinar las avenidas máximas se pueden clasificar como sigue:

Los métodos empíricos se emplean para obtener una idea preliminar sobre el gasto de diseño, o bien cuando no se conocen características de la precipitación de la zona correspondiente a la cuenca en estudio, ya que en ellos intervienen como variables únicamente las características físicas de la cuenca. Los métodos más utilizados son los de

Creager y Lowry que proporcionan el gasto de diseño en función del área de la cuenca y un coeficiente que depende de la región hidrológica correspondiente.

Los métodos estadísticos son de gran utilidad en sitios en los que se cuenta con un buen registro de los gastos ocurridos. Se basan en suponer que los gastos máximos anuales aforados en la cuenca, son una muestra aleatoria de la población de gastos máximos. Difieren entre ellos en la forma de la función de distribución de probabilidades que suponen tiene la población.

Los métodos hidro-meteorológicos se basan en la determinación de la precipitación máxima probable (PMP), a partir de métodos meteorológicos, para determinar la tormenta de diseño y convertir dicha tormenta en el hidrograma de diseño mediante una relación precipitación-escurrimiento. En este caso los más utilizados son el Método Racional y el HEC-HMS (Hydrologic Engineering Center-Hydrologic Modeling System) de dominio público generado en el Centro de Ingeniería Hidrológica del Cuerpo de Ingenieros de la Armada de los Estados Unidos.

Estos análisis tiene por objeto determinar los caudales máximos para distintas probabilidades o sus periodos de retorno equivalentes (regularmente se utilizan 10, 25, 50, 100 y 500 años de recurrencia), para conocer el caudal máximo que debe ser conducido por el río en el proyecto.

En caso de no contar con datos hidrométricos, se puede recurrir a la estimación de caudales máximos aplicando modelos lluvia-escurrimiento. En este sentido es indispensable consultar las recomendaciones de la Gerencia de Aguas Superficiales e Ingeniería de Ríos (GASIR) de la CONAGUA sobre el periodo de retorno mínimo que debe de utilizarse en este tipo de obras.

Las estimaciones de hidrogramas para la cuenca aplicando un modelo lluvia-escurrimiento debe tomar en consideración tormentas de diseño determinadas por análisis estadístico de eventos de lluvia y uso del suelo (Curvas Numéricas) para estimar la lluvia en exceso que produce el escurrimiento en la cuenca; así como los datos fisiográficos de la cuenca (longitud y pendiente del cauce principal) para estimar el tiempo de concentración del agua. De esa manera y empleando el concepto de Hidrograma Unitario Sintético se puede determinar el hidrograma de salida.

II.4.2 Mitigación de daños por inundaciones

La problemática de la protección contra inundaciones puede abordarse mediante el control del agua de la avenida o

intentando controlar el uso que hace la sociedad de la zona inundable, en el pasado en nuestro país se trabajó con una tendencia hacia el primer enfoque.

De acuerdo a lo anterior, las acciones contra inundaciones pueden ser de dos tipos, las conocidas como acciones estructurales (construcción de obras), generalmente realizadas por las dependencias gubernamentales y que requieren fuertes inversiones, mismas que son sujetas de evaluaciones socioeconómicas objetivo de la presente sección, y las no estructurales (indirectas o institucionales), las cuales se avocan más a modificar la susceptibilidad de los daños, informando a la población de manera oportuna la ocurrencia de posibles avenidas, estableciendo normas o reglamentos de uso de suelo, de construcción, etc.

a) Acciones estructurales

De regulación, son aquellas que reducen el gasto máximo de la avenida y en ocasiones el volumen, estas pueden ser:

- Presas de almacenamiento, se pueden considerar una o varias.
- Presas rompe picos, generalmente se construyen en forma escalonada a lo largo del cauce.

De desvío, son las que permiten extraer un cierto volumen del hidrograma, pueden ser:

- Desvíos permanentes, cuando el flujo se tiene que dirigir hacia otros cauces, lagunas costeras o directamente al mar, no retorna al río.
- Desvíos temporales, se realizan cuando el agua tiene que retornar al río cuando disminuyen los gastos de la avenida.

De mejoramiento hidráulico, aquellas que permiten incrementar la capacidad de conducción de los cauces:

- Rectificaciones de ríos, para incrementar la pendiente del río y por lo tanto su capacidad hidráulica.
- Presas para retener azolves, las cuales evitan que se azolven otros cauces y la pérdida de su capacidad hidráulica.
- Remoción de vegetación o maleza, a lo largo de los cauces y bordos longitudinales.
- Dragado, para incrementar la capacidad hidráulica del cauce. Se realizaran dragados permanentes cuando el transporte de sólidos es alto.
- Canalización o entubamiento de cauces, se utilizan en tramos donde el arroyo o ríos cruzan poblaciones o ciudades.
- Reforestación de la cuenca, retarda el tiempo de concentración y disminuye el coeficiente de escurrimiento, y reduce la aportación de sedimentos a los cauces.

De contención, aquellas que limitan la zona de inundación:

- Muros longitudinales.

- Muros perimetrales, en poblaciones y construcciones de importancia.
- Drenes.
- Puentes y alcantarillas.

b) Acciones no estructurales

- Zonificación.
- Normas de construcción.
- Planes de desarrollo urbano.
- Sistemas de alertamiento.
- Planes de evacuación.
- Vigilancia y monitoreo de cauces.
- Control de desechos en descargas.
- Planeación de campañas sanitarias y de servicios médicos, como repuesta a los desastres.
- Identificación de rutas de evacuación y albergues temporales.
- Comunicación social.
- Sistemas de alarma y alerta.
- Simulacros y educación en materia de prevención de desastres.
- Actualización de la base de datos de lluvia.
- Programas mantenimiento o implantación de instrumentación de cuencas hidrológicas, para diseños específicos y apropiados de la infraestructura pluvial.

II.4.3 Evaluación socioeconómica de proyectos de protección contra inundaciones

El objetivo de este inciso será proporcionar las herramientas mínimas que permitan evaluar socioeconómicamente las alternativas de obras de protección contra inundaciones.

Para proporcionar la protección que la población requiere, es indispensable contar con la participación de los Gobiernos Estatales y Municipales, tanto en la ejecución de las acciones como en la aportación de los recursos económicos requeridos.

Es conveniente mencionar que este tipo de obras de acuerdo con el sexto Objetivo Nacional³³, de la CONAGUA, de disminuir los riesgos y atender los efectos de inundaciones y sequías, así como de lo estipulado en la Ley de Aguas Nacionales³⁴ en sus artículos 4° y 9°, 83° y 84°,

33 CONAGUA, Programa Nacional Hidráulico 2001-2006.

34 Artículo 4. La autoridad y administración en materia de aguas nacionales y de sus bienes públicos inherentes corresponde al Ejecutivo Federal, quien la ejercerá directamente o a través de La Comisión.

Artículo 9 Son atribuciones de La Comisión...

IV.- Fomentar y apoyar el desarrollo de los sistemas de agua potable y alcantarillado...

y al ser clasificados los recursos federales que se destinan para ellas, como recursos de inversión incluidos en el Presupuesto de Egresos de la Federación, se requiere de un estudio de evaluación socioeconómica de acuerdo a los lineamientos vigentes.

a) Metodologías para la valoración de beneficios

Los beneficios de un proyecto de protección contra inundaciones o evacuación de aguas lluvias se asocian a un determinado nivel de protección; para medirlos y valorarlos existen, entre otras metodologías: la Valoración Contingente, los Precios Hedónicos y el Daño Evitado Esperado, que surgen al no existir un mercado donde las personas revelen su disposición a pagar por evitar o disminuir los costos asociados a las tormentas.

a. Valoración contingente

Mediante la aplicación de un cuestionario se plantea un escenario hipotético esperado sobre el cual el individuo entrevistado declara su máxima disposición a pagar (DAP) por un cambio en la cantidad o calidad de un bien o servicio, en este caso por la no ocurrencia de un cierto nivel de daños por inundación.

La metodología puede presentar sesgos, si el entrevistado cree que la solución es competencia del Estado y que éste asumirá su costo, declarará una DAP mayor; por el contrario, si el entrevistado cree que le van a cobrar en función de la DAP que manifieste, declarará una DAP menor.

En la aplicación de la valoración contingente hay posibilidad de fracaso u obtención de resultados erróneos, al ser difícil que la gente internalice el hecho de que la lluvia es un fenómeno probabilístico, por lo que no es recomendable aplicar este método después de una lluvia de importancia o de un par de años secos, ya que las respuestas son influenciadas por las vivencias recientes.

b. Precios hedónicos

Se basa en los precios de las propiedades, y sirve para estimar los beneficios en viviendas o por recuperación de terrenos inundables. Se fundamenta en que el precio de un bien depende de sus características, por lo que, al

aislar un atributo específico, es posible establecer su precio implícito.

Su principal ventaja es que permite capturar gran parte de los beneficios tangibles e intangibles del proyecto a través de precios de las viviendas (preferencias reveladas). En esta metodología para valorar los beneficios es indispensable contar con un avalúo de un perito inmobiliario que determine los valores con y sin proyecto.

c. Daño evitado esperado

Este método permite determinar el valor esperado de cada uno de los costos evitados, mediante la construcción de una curva costos-probabilidad de ocurrencia. A través de la secuencia ilustrada en la figura siguiente se explica este criterio (ver figura 11.19)

Gráfico I. Las precipitaciones y su probabilidad de ocurrencia. Para que se produzca una inundación es necesaria la precipitación extraordinaria en combinación con las condiciones particulares de la cuenca. La lluvia es un fenómeno aleatorio regido por una función de probabilidad, cuya forma típica se muestra en este gráfico. La magnitud de la lluvia, en el eje de las abscisas, se mide en milímetros por unidad de tiempo.

En el eje de las ordenadas se indica la frecuencia de ocurrencia de cada nivel de lluvia en un año típico, observándose que las lluvias más comunes, de mayor probabilidad, son aquellas de menor intensidad o ligeras. Este gráfico es una simplificación, ya que una caracterización completa considera también su duración, la época del año, hora de inicio y término.

Gráfico II. Niveles de precipitación y severidad de inundación. Los problemas de inundación comienzan a partir de cierto nivel de intensidad de precipitación y aumentan conforme sea mayor la intensidad, lo cual se observa en este gráfico. Distintas combinaciones de determinados factores (altura, duración y velocidad de las aguas, presencia de sedimentos, geomorfología de la cuenca, urbanización del terreno, etc.) producen distintos niveles de severidad.

Gráfico III. Severidad de inundación y costo de los daños producidos. De acuerdo con su severidad, las inundaciones causan daños que se asocian a un costo económico. En este gráfico se observa que para distintas severidades de inundación se tienen diferentes costos asociados, los que crecen de forma directamente proporcional a la severidad.

Gráfico IV. Costos y sus probabilidades de ocurrencia. La curva costos-probabilidad de ocurrencia se construye a partir de la interconexión de las anteriores: si una lluvia

y los de control de avenidas y protección contra inundaciones.

Artículo 83 ...la Comisión, en los términos del reglamento, clasificará las zonas en atención a sus riesgos de posible inundación, emitirá las normas y recomendaciones necesarias, establecerá las medidas de operación, control y seguimiento y aplicará los fondos de contingencia que se integren al efecto.

Artículo 84 La Comisión determinará la operación de la infraestructura hidráulica para el control de avenidas..., promoviendo o realizando las acciones preventivas que se requieran...

con probabilidad de ocurrencia A (gráfico I) produce una inundación de severidad B (gráfico II), que genera un daño C (gráfico III), se deduce que la probabilidad de ocurrencia del daño C (gráfico IV) es igual a A.

De acuerdo a la explicación anterior se realiza un comparativo sin y con proyecto. Para cada nivel de precipitaciones con proyecto habrá una menor severidad de inundaciones. Para lluvias menores al nivel de diseño (I^*), no habría inundaciones; si se sobrepasa este nivel, habrá inundaciones pero serán menos severas. El desplazamiento hacia abajo de la curva es resultado del proyecto, que reduce el daño para cada nivel de lluvia.

Siguiendo la teoría de decisiones bajo incertidumbre, y suponiendo neutralidad al riesgo, se puede establecer que el beneficio por evitar la inundación estará dado por

la esperanza matemática de los menores daños que se obtienen con el proyecto:

$$B(t) = \int_0^{\infty} P(i) * [C_0(i) - C_1(i)] di$$

donde:

$B(t)$ Beneficios del proyecto para un año t

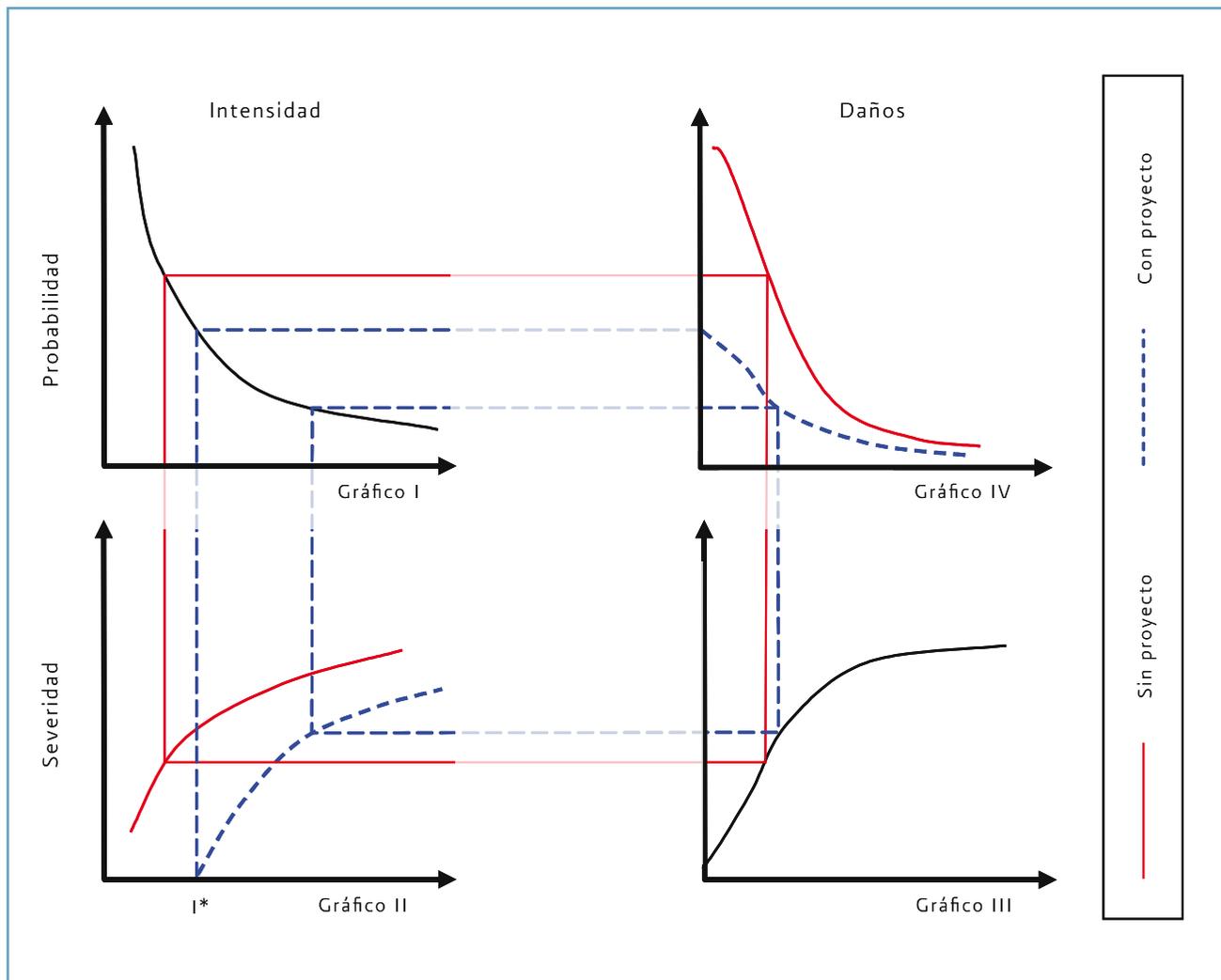
$P(i)$ Probabilidad de ocurrencia de la tormenta de intensidad i

$C_0(i)$ Costo asociado a la tormenta de intensidad i, sin proyecto

$C_1(i)$ Costo asociado a la tormenta de intensidad i, con proyecto

Esta ecuación corresponde al valor esperado de los beneficios para el año t, considerando tormentas de todas las intensidades (0 a infinito).

Figura II.19 Esquema general de medición de beneficios



La complicación de este método es que se debe cuantificar y valorar cada beneficio por separado, y únicamente se aplica con los beneficios tangibles. Su principal ventaja es que su cálculo es más sencillo y de menor costo que los métodos anteriores, por lo que es ampliamente aplicado en la evaluación de este tipo de proyectos.

La metodología recomendada para proyectos de PCP será la Estimación del Daño Evitado Esperado, aunque, como ya se mencionó, mediante ella solo podrán valorarse razonablemente los daños tangibles, hecho que implica una subestimación del valor real del beneficio total atribuible al proyecto, finalmente para la evaluación de proyectos, hay que destacar que dada la relevancia de los conceptos intangibles, es indispensable presentar, como apoyo para la mejor toma de decisiones, una relación de tales conceptos, ubicándolos en el tiempo y precisando de ser posible su probabilidad de ocurrencia.

II.4.4 Etapas para la Elaboración del Estudio Socioeconómico

a) Descripción de la problemática y efectos de las inundaciones

Tabla II.11 Cuantificación de los daños ocasionados en la zona del estudio del estado de Tabasco, durante las inundaciones de 1999 (millones de pesos a octubre de 2001)

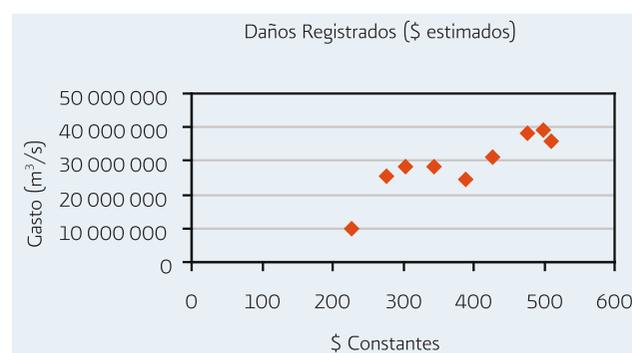
| Sector / Actividad afectada | Costo del daño (millones de pesos) | |
|--|------------------------------------|--------|
| | Privado | Social |
| 1. Sector productivo: | | |
| Agricultura | 13.32 | 13.32 |
| Ganadería | 83.38 | 83.38 |
| Industria, comercio y servicios | 149.73 | 149.73 |
| 2. Sector infraestructura | | |
| Carreteras | 89.05 | 89.05 |
| Incremento CGV | 154.31 | 231.47 |
| Energía (CFE) | 14.29 | 14.29 |
| PEMEX | 35.67 | 35.67 |
| Agua potable y alcantarillado | 41.13 | 41.13 |
| Vialidades urbanas | 59.96 | 59.96 |
| Inf. recreativa y comercial | 20.48 | 20.48 |
| 3. Sector social | | |
| Viviendas | 598.00 | 598.00 |
| Escuelas | 134.16 | 134.16 |
| Unidades Médicas | 9.61 | 9.61 |
| Atención a la emergencia | 319.36 | 319.36 |
| Molestias interrupción servicio agua potable | 35.77 | 35.77 |

En este apartado se presentarán, en primera instancia, los problemas históricos que han existido en la zona de estudio, para ello se deberá recopilar toda la información disponible sobre los daños producidos en cada evento y sus características hidrológicas.

Algunos conceptos de ciertos eventos podrán ser cuantificados y valorados con tal precisión que permita la cuantificación de los beneficios, ya que podrían no existir datos de los daños de todos los eventos, o tomar uno representativo que se asociaría a la avenida correspondiente.

Lo que se busca en esta recopilación de información, es tener en la medida de lo posible la relación de daños contra diferentes eventos de inundación ocurridos.

Figura II.20 Relación daños-avenidas presentadas



b) Estudios previos

a. Topografía

Para la realización de los análisis topográficos se pueden emplear planos de proyectos anteriores. Se pueden hacer uso de coordenadas UTM para la ubicación y elevación de pozos de visita en zonas cercanas a las orillas de las fuentes (ríos, arroyos, cuerpos de agua, entre otros) u otros proyectos similares, ya que esta información es imprescindible para el cálculo de las áreas de inundación.

En este sentido, se puede concluir que es necesario contar con la información disponible sobre la topografía de las probables áreas de inundación de los proyectos existentes o en su defecto, realizar un levantamiento de campo de la información que sea necesaria.

b. Hidrología

La hidrología superficial proporciona las bases científicas y metodológicas para la elaboración de los estudios hidrológicos necesarios para el diseño de los proyectos de control de avenidas.

Para elaborar los estudios hidrológicos necesarios para los proyectos de aprovechamiento y/o control, primeramente se debe establecer un programa de investigaciones hidrológicas, que comprendan la recopilación e interpretación de datos hidrometeorológicos (precipitación, evaporación y temperaturas, principalmente) e hidrométricos (volúmenes escurridos y gastos).

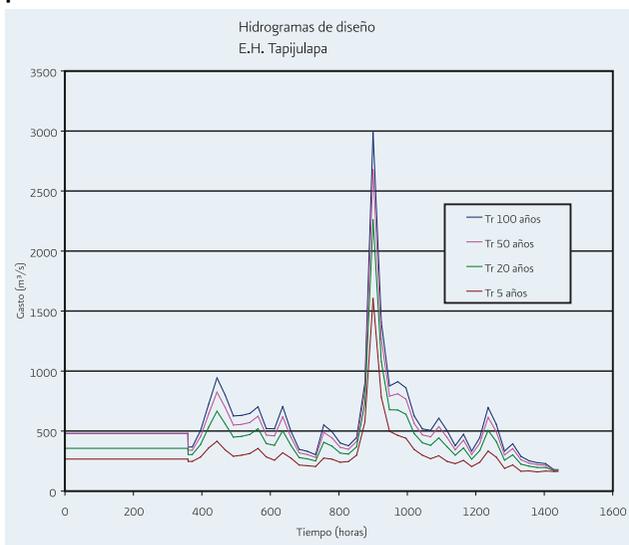
Las técnicas modernas han abierto enormes perspectivas de análisis hidrológicos, ya que por ejemplo, los métodos de simulación permiten estudiar sistemas complejos que anteriormente no eran abordables. Como ya se mencionó existen varios métodos (empíricos, estadísticos o hidrometeorológicos) para determinar las avenidas de diseño, su aplicación dependerá, en cada caso, de la magnitud de la obra, de la suficiencia en la información, del nivel de evaluación al que se pretende llegar, etc.

A continuación se presenta una tabla típica de datos obtenidos para un proyecto de protección contra inundaciones, de acuerdo con los análisis hidrológicos se determinan los datos de caudales máximos resultantes asociados a diferentes periodos de retorno.

Tabla II.12 Ejemplo del hidrograma de salida

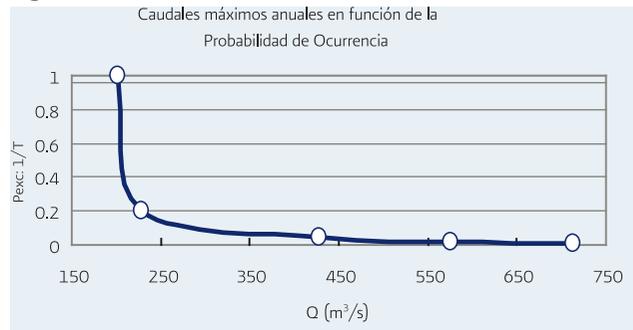
| TR (años) | Q máx. (m ³ /s) |
|-----------|----------------------------|
| 10 | 115 |
| 25 | 140 |
| 50 | 160 |
| 100 | 180 |
| 500 | 225 |

Figura II.21 Gráfico de hidrogramas asociados a diferentes periodos de retorno



Con esta información es posible elaborar la curva de caudal contra probabilidad de ocurrencia, en donde dicha probabilidad se obtiene con el inverso del periodo de retorno.

Figura II.22 Gráfico de Q-Probabilidad de ocurrencia



c. Pronóstico de inundaciones y presentación de manchas de inundación

Este análisis tiene por objeto determinar la elevación y tirantes del agua en diferentes secciones transversales, del cuerpo de agua generador de la inundación o del área afectada por el mismo, de modo que permitan delimitar las áreas bajo riesgo de inundación para las distintas probabilidades o periodos de retorno equivalentes.

En este punto, se delimitará el área potencialmente inundable, con el propósito de identificar zonas habitacionales (rurales o urbanas), los servicios afectables, la infraestructura vulnerable (puentes, vialidades, vías férreas, líneas eléctricas o telefónicas, así como las posibles medidas estructurales y no estructurales a implementar (bordos, diques, captaciones, desazolve, limpieza, etc.) para la prevención y mitigación de impactos o daños.

Para definir las zonas probables de inundación durante la presencia de avenidas con diferentes periodos de retorno, se debe adoptar un modelo que estime el funcionamiento hidráulico de los cuerpos de agua generadores de inundación en la zona de estudio.

Para ello se pueden emplear modelos como el "River Analysis System" desarrollado por el Hydrologic Engineering Center (HEC-RAS) perteneciente al U. S. Army Corps of Engineers. Este modelo requiere de los datos geométricos del río a ser simulado, también requiere de los datos de caudales máximos a ser transitados, los cuales se tomaron del estudio hidrológico respectivo.

El HEC-RAS es un sistema integrado del software, diseñado para el uso interactivo en trabajos múltiples con ambiente multiusuarios de la red de flujo. El sistema está compuesto

de una interfase gráfica para el usuario (GUI), separando los componentes del análisis hidráulico, almacenaje de datos y capacidad de administración de gráficas y facilidad en el manejo de la información.

El sistema HEC-RAS contiene fundamentalmente tres componentes de análisis hidráulicos unidimensionales, para (1) flujo permanente en el cálculo del perfil de la superficie, (2) simulación de flujo no permanente y (3) cálculo del transporte de sedimentos. Un elemento clave es que en los tres componentes pueden usarse datos geométricos representativos comunes, rutinas geométricas comunes y cálculo de rutinas hidráulicas. Además de los tres componentes de análisis hidráulico, el sistema contiene algunos diseños hidráulicos característicos que pueden ser utilizados una vez que el perfil de la superficie libre del agua ha sido calculado. El sistema puede manejar una gran red de canales, un sistema dendrítico, o simplemente la corriente de un río.

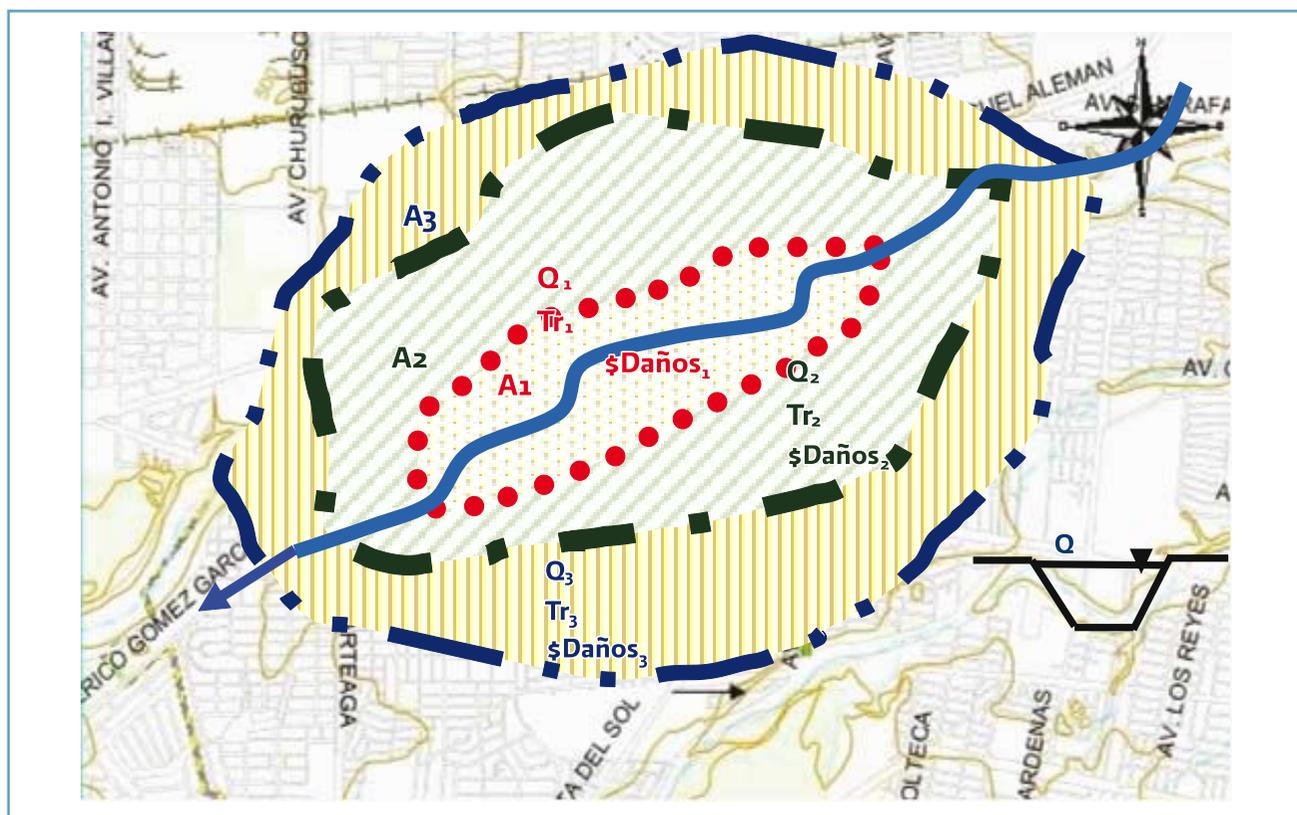
Existen otros programas desarrollados por empresas privadas que permiten modelar flujos permanentes y transitorios en redes de ríos y llanuras de inundación, resuelven la hidrodinámica del flujo empleando las ecuaciones de Saint Venant para flujos transitorios en canales abiertos. Para esto,

una red de ríos es modelada descomponiéndola en sus unidades hidráulicas más simples, secciones transversales al flujo, las cuales se consideran como unidades de modelación.

Además de los ríos y llanuras de inundación, algunos programas cuentan con unidades para representar una amplia variedad de estructuras hidráulicas, entre las que se encuentran: conductos, alcantarillas de secciones transversales diversas, varios tipos de compuertas, vertedores, pérdidas de carga hidráulica a través de puentes, unidades de almacenamiento, confluencias y bifurcaciones. Las fronteras del modelo se representan por medio de hidrogramas, limnigramas y curvas elevación-gasto.

Otros programas de amplia difusión, además de simular el comportamiento hidráulico de sistemas conformados por una red de ríos, llanuras de inundación, almacenamientos y estructuras hidráulicas, permiten la simulación lluvia-escurrimiento usando modelos hidrológicos conceptuales y basados en eventos, permiten importar y exportar datos y resultados a los Sistemas de Información Geográfica (SIG), ofreciendo la ventaja de visualizar en forma automática y dinámica las zonas de inundación, sobre un modelo digital del terreno.

Figura II.23 Gráfico de áreas de inundación



En la figura anterior se puede observar que para una corriente que puede conducir hasta un caudal Q , conforme empieza a incrementarse el caudal a Q_1 , Q_2 y Q_3 , las áreas de inundación (A_n) también se incrementan de acuerdo a la topografía de la zona y produciendo diferentes niveles de daños en la población. ($\$Daños_n$).

En resumen, con los resultados del análisis hidrológico, de alguno de los programas o métodos descritos, se ingresan los datos de caudales máximos para cada TR y se realiza el tránsito de las avenidas para obtener los niveles de la superficie del agua en cada sección, obteniéndose así las posibles áreas de inundación. A partir de los niveles obtenidos, y de acuerdo a la topografía en planta con que se cuenta, se trazan las manchas de inundación para cada avenida de diseño.

Las áreas de inundación son la base para identificar y cuantificar los beneficios del proyecto, identificando la población e infraestructura susceptible a dañarse en la situación sin proyecto, ante eventos hidrometeorológicos de diferentes magnitudes.

c) Generación y análisis de alternativas para solucionar la problemática planteada por las inundaciones

El planteamiento de alternativas parte de dos órdenes de ideas; la primera referente a las medidas no estructurales, donde se busca el resolver los problemas con los medios existentes reduciendo al máximo las inversiones. En problemas de inundaciones, los alcances de las medidas no estructurales son limitados, su importancia radica, como se ha mencionado, en la prevención que permite salvaguardar la integridad de la población. Algunas de estas acciones pueden considerarse dentro de las recomendaciones para la optimización de la situación actual, aunque es complicado considerar una disminución en los daños evitados en la situación con proyecto.

Por otro lado, las medidas estructurales de protección a la infraestructura productiva y de servicios, a las vías de comunicación y viviendas, se convierten en opciones de solución prácticamente inmediatas, a las que se llamarán alternativas. Como en todas las evaluaciones de proyectos, a las alternativas planteadas prosigue la selección de la mejor de ellas, en este caso la selección de la mejor alternativa o bien estará regida por lineamientos técnicos de solución o bien por los análisis económicos de ellas. Con lo anterior no se pretende desacreditar a las medidas no estructurales como soluciones factibles, sin embargo, es innegable que en muchas de ellas su solución se vis-

lumbra en el largo plazo y éstas obedecen más a objetivos de planeación, actividad que en nuestro País se ha desarrollado formalmente a partir de las últimas dos décadas.

II.4.5 Costos y Beneficios Asociados al Proyecto

a) Costos del proyecto

Básicamente, los costos se componen por los montos de inversión y los de operación y mantenimiento. Sin embargo, no hay que perder de vista que en ocasiones todos los beneficios considerados o atribuibles al proyecto necesitan de cierta infraestructura adicional o complementaria diferente al proyecto de protección evaluado, en cuyo caso se deberán incluir dichos costos.

En la medida de lo posible se debe contar con los presupuestos desglosados en las principales partidas o componentes del proyecto, con el fin de facilitar los ajustes a precios sociales.

b) Beneficios del proyecto³⁵

Cuando ocurren avenidas extraordinarias, existe el riesgo inminente de ruptura de bordos, desbordamiento de cauces, acumulación de agua en hondonadas, etc., afectando extensiones aledañas a los cauces; en casos muy frecuentes, en los terrenos aledaños pueden existir asentamientos humanos.

Estos daños o afectaciones se presentan en viviendas, comercios, industrias, y organismos públicos. Ahora bien, el beneficio en viviendas corresponde a menores pérdidas o deterioros que sufre el menaje de las personas que viven en el área afectada, tanto en edificaciones como en mobiliario y utensilios de su interior.

En comercios e industrias los beneficios corresponden a menor pérdida o deterioro de equipos, instalaciones, insumos y productos terminados o en proceso; o por evitarse disminuciones en ventas o producción. Esto último no siempre representa un beneficio social en su totalidad, ya que las menores ventas de un comercio pueden traducirse

35 Basado en diversos estudios que contaron con recursos de la CONAGUA, como son: Proyecto integral para la protección contra inundaciones de la planicie de los ríos Grijalva y Usumacinta, realizado por la CFE, 2003.

Encauzamiento del Río de las Avenidas en Pachuca, Hgo.; realizado por la CONAGUA, 2006. Sistema de conducción para disminuir el riesgo de inundaciones en la cuenca del Río de la Compañía, Estado de México; realizado por la CONAGUA en el 2001 y actualizado en el 2006.

Obra de prevención de inundaciones en la ciudad de Cozumel, Quintana Roo; realizado por la CAPA de Quintana Roo en el año 2005.

en mayores ventas en otro comercio o bien, o en una postergación del consumo.

Los beneficios en organismos públicos se refieren a menores daños materiales en edificios y equipamientos de instituciones públicas en el área afectada, al mismo tiempo que se reduce el tiempo de afectación de sus actividades normales, disminuyendo las molestias para los usuarios.

Para efectos de la evaluación, de acuerdo al estudio de simulación y tránsito de avenidas se estima o dimensiona la superficie máxima de las inundaciones para los períodos de retorno analizados y con ello se identifican las zonas o asentamientos a beneficiar.

a. Daño en viviendas

Con los recorridos de campo por la zona y con apoyo de la cartografía digital existente, se obtiene la información que sirve de base para los cálculos. En la zona de estudio, hay que determinar el nivel socioeconómico de las viviendas, este puede ser clase media-baja, media y media-alta, así como los materiales empleados en la construcción de las viviendas (concreto, tabicón, madera, lámina de asbesto o cartón), otro aspecto importante es el número de niveles promedio de las viviendas, ya que de acuerdo a este se tendrá un mayor o menor daño en el menaje de casa de los habitantes.

Bajo el supuesto de que en las casas afectadas una inundación con tirante a partir de un metro podría dañar hasta el 100% del menaje de la planta baja de las mismas que puede incluir camas, roperos, comedor, estufas, refrigerador, tv, radio, utensilios de cocina, etc.

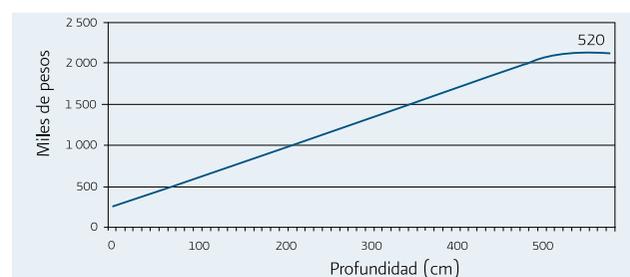
En los desastres generalmente existe contaminación o mezcla con las aguas negras de los drenajes, o bien, por el arrastre de lodos y basura, por tanto las familias perderán ropa, calzado, cobijas y enseres de uso personal.

La reparación y, en su caso, reposición de las viviendas variará dependiendo del tipo de material de construcción. Se deberá estimar o determinar qué porcentajes requerirán mantenimiento, reforzamiento o reparación menor, valorando su costo; en qué porcentajes, por tratarse de materiales que se destruyan con el agua como son madera y láminas de cartón, los daños pueden ascender al total del costo de dichos materiales, es decir se debe cuantificar su reposición total considerando la compra de material y empleo de mano de obra.

Otro aspecto relevante lo constituyen las reparaciones de las instalaciones eléctricas y las reparaciones de las instalaciones sanitarias.

Cabe señalar, que de acuerdo a la información existente o que sea viable de conseguir para cada estudio, se pueden utilizar encuestas y avalúos realizados a propiedades que son susceptibles de inundación en la zona del proyecto. En tales casos, se pueden estimar datos relevantes del valor dentro de las viviendas y los daños asociados para diferentes niveles de inundación.

Figura II.24 Relación de niveles de inundación contra daños en las viviendas



b. Viviendas y comercios afectados

Para este beneficio se puede proceder de forma similar al de las viviendas, estimando primeramente el número de comercios, el giro que desarrollan y el daño probable que puedan tener en caso de inundación, debido tanto a pérdidas totales y desperfectos, como a disminución de ventas.

c. Recuperación de terrenos inundables

Los terrenos inundables tienen restricciones en términos del fin utilitario otorgado, suelen destinarse a áreas verdes o de equipamiento urbano. Al reducirse los efectos de las inundaciones, el terreno puede destinarse a actividades de mayor valor económico. Este beneficio puede ser cuantificado mediante la plusvalía determinada por un perito inmobiliario.

d. Disminución de Costos Generalizados de Viaje (CGV)

La inundación produce un impacto negativo sobre el tránsito vehicular. Los usuarios de vías anegadas circulan a menor velocidad o modifican su ruta de viaje, incrementando el tráfico y reduciendo la velocidad en vías no inundadas. Esto representa mayores CGV, al incrementar el tiempo de viaje y el costo de operación de los vehículos. Este tipo de proyectos, al reducir la inundación, permitirá un ahorro en estos conceptos.

Se debe conocer las vías afectadas a partir de las manchas de inundación, el aforo vehicular de dichas vías de comunicación, composición del número de vehículos y pasajeros, no debe pasarse por alto el hecho de que la información anterior deberá comprender las condiciones actuales y las

futuras, considerando una tasa de crecimiento vehicular anual. Se puede hacer uso de tablas en donde se consignen los datos asociando el área inundada y la valoración de los daños respectivos para cada periodo de retorno.

El incremento en CGV tiene dos componentes:

- Por combustible, que se proyecta a partir del número de vehículos afectados, considerando el aumento en consumo de combustible asociado a la distancia y tiempo adicionales por recorrer; y
- Por tiempo de traslado, que se proyecta a partir del número de pasajeros afectados, considerando el aumento en tiempo de traslado.

En la determinación de la oferta de vialidades afectadas, para estimar el Tránsito Diario Promedio Anual (TDPA), se debe acudir a las fuentes oficiales de información, centros de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT) en los estados o bien a las instituciones estatales o municipales encargadas.

Cabe señalar que para poder considerar el valor del combustible en el beneficio de ahorro de recursos, es necesario realizar su ajuste a precios sociales eliminando el impuesto al valor agregado (IVA) y la tasa del impuesto especial sobre producción y servicios (IEPS), lo cual se puede hacer de la siguiente manera:

1. Se elimina el IVA al diesel y a la gasolina, nótese que se utiliza el precio de la gasolina

| | |
|--|--------|
| Precio del litro de gasolina (con IVA) | 5.8200 |
| Precio del litro de gasolina (sin IVA) | 5.0609 |
2. Se elimina la tasa del impuesto especial sobre producción y servicios aplicables a la enajenación de la gasolina de cada entidad, en este caso suponemos la ciudad de Tepic³⁶

| | |
|--|--------|
| IEPS (Tepic) | |
| Gasolina | 87.7% |
| Precio del litro de Gasolina sin impuesto especial | 2.6961 |
3. Como la gasolina y el diesel son bienes comerciables internacionalmente, para que sus precios sean sociales deben ser ajustados por un factor de corrección que es igual a 1.04

| | |
|-----------------------------------|--------|
| Factor de corrección de la divisa | 1.0400 |
|-----------------------------------|--------|

Precio social gasolina **2.8000**

³⁶ Valores obtenidos de la tabla "TASAS (%)" para el cálculo del impuesto especial sobre producción y servicios aplicables a la enajenación de gasolinas y diesel por agencia y producto" que se encuentra en la página de Internet del SAT.

Es importante distinguir el nivel de profundidad de cada estudio de evaluación socioeconómica que estará íntimamente ligado al tipo y magnitud de obra por evaluar, ya que para la valoración de estos beneficios específicos, se puede llegar al uso de herramientas computacionales de análisis, en las que la necesidad y el nivel de información es mayor, donde se manejan velocidades de circulación, valor del tiempo, precios de diversos insumos (combustibles, lubricantes, neumáticos, entre otros).

Es también recomendable, recurrir a los registros hemerográficos para correlacionar información de niveles de inundación, grado de afectación montos globales de daños, entre otros.

e. Ausentismo laboral y escolar

Cuando ocurren inundaciones la población directamente afectada puede tener problemas para desplazarse a sus lugares de trabajo o estudio; de acuerdo a la severidad de los daños, la población pierde días de trabajo para dedicarse a reparar los daños en sus viviendas o por alguna enfermedad derivada.

Para considerar el costo de oportunidad del tiempo se tienen 4 formas:

- El salario mínimo: se considera un valor muy subestimado, pues es un salario establecido por decreto, que difícilmente ocurre en los hechos,
- El PIB per cápita: se considera un valor supra estimado pues incorpora muchos componentes que los beneficiarios no se llevan al bolsillo; se obtiene al considerar el PIB Estatal o Municipal y dividirlo entre la población económicamente activa de dicho Estado o Municipio,
- El salario promedio de cotización al Instituto Mexicano del Seguro Social, (IMSS): se considera la opción más representativa y
- El Estudio para la Determinación del Valor Social del Tiempo, de Héctor F. Cervini Iturre, (agosto de 2006). El documento analiza distintos enfoques y con base en esta revisión teórica, aborda los problemas empíricos; determina valores de sociales del tiempo por tipo de ocupación y para los distintos estados del País. Se considera un estudio serio y confiable, por lo que también es una opción totalmente válida. Para proyectos de carácter regional o grandes proyectos en donde se benefician personas de todo tipo, se sugiere usar el valor estatal, y para proyectos donde los beneficiados están bien ubicados e identificados con alguna actividad económica predominante, se sugiere utilizar el valor social por tipo de actividad laboral.

f. Menores gastos de emergencia y limpieza

Las autoridades prestan ayuda a los afectados por las inundaciones, mediante la entrega de diversos artículos y la operación de albergues, realizando trabajos de emergencia para aliviar la situación, limpiando la basura y sedimentos arrastrados por las lluvias. El proyecto permite un ahorro en estos gastos al reducir el impacto de las inundaciones.

En estos casos también se puede valorar o incluir el costo global de las dependencias que asisten a la población en caso de desastres como la Secretaría de la Defensa Nacional (SEDENA), Protección Civil, Comisión Federal de Electricidad (CFE), la propia CONAGUA, la Secretaría de Salubridad y Asistencia (SSA), etc., para esta valoración se pueden consultar los reportes que dependencias como la Secretaría de Gobernación a través del CENAPRED publican.

g. Menor enfermedad

Tal como se mencionó, a las inundaciones se asocia un incremento en diversas enfermedades de las personas cuyas viviendas fueron afectadas, lo que produce mayores costos en consultas y tratamientos, tanto a las personas como a los servicios médicos a los que éstas acuden.

La población acude a recibir atención médica y medicamentos a instituciones públicas de servicios médicos, a servicios médicos privados o bien se limita a la compra de medicamentos. Este rubro debe incluir el costo en que incurre el sector salud en la aplicación de vacunas contra enfermedades epidémicas desarrolladas a partir de las inundaciones. Para valorar este beneficio se debe estimar el porcentaje de la población afectada que acudirá a recibir servicios médicos, ya sean privados o públicos, el costo de los medicamentos y la consulta, y como siempre asociar el porcentaje a la severidad del suceso analizado.

Al igual que en otros beneficios dependiendo del nivel de estudio y/o de la magnitud de la obra por evaluar se puede llegar a la aplicación de encuestas tanto a instituciones de salud, consultorios médicos y dispensarios, como a la población susceptible de afectación. Las encuestas deben precisar datos como el tipo de unidad médica, ubicación, años en los que se ha afectado y niveles de inundación, duración, daños en inmuebles, daños en equipos, y enfermedades que se atendieron durante la emergencia.

h. Ahorro de recursos al evitar daños a la infraestructura educativa e hidráulica existente para el control de ríos

Para la determinación del ahorro de recursos por este concepto, se puede tomar como base la inversión erogada

en un cierto evento en donde se determinó que la avenida presentada tuvo un cierto período de retorno (Tr). Las acciones más comunes a considerar son rehabilitaciones (de taludes, de plantillas y muros de mampostería), desazolve, reconstrucción de obras de protección. Con la realización de estos proyectos se evitarán tales inversiones, ya que los cauces sólo requerirán de su conservación normal.

Es común que en este tipo de eventos ocurra daño a diferentes escuelas por las inundaciones o bien se les afecte por la utilización de las mismas como albergues temporales, lo cual podría ser minimizado o evitado por el proyecto.

En este caso se debe recurrir a los registros históricos o a la consulta de los planes emergentes en donde se ha considerado la habilitación de esta infraestructura e intentar valor estas acciones. La información anterior se puede complementar con encuestas aplicadas directamente a planteles escolares.

e. Menor deterioro de vialidades

La carpeta de rodamiento de calles y avenidas puede presentar graves daños durante las inundaciones, al filtrarse el agua por grietas en el pavimento; esto implica costos por conservación o reposición de la carpeta dañada. A través de registros históricos o reportes de diversas dependencias se puede valorar este beneficio.

j. Reducción del costo de los trabajos de reconstrucción de la infraestructura de comunicaciones

A lo largo del cauce de los ríos, se encuentran vías de comunicación (principales y secundarias), el desbordamiento de estos cauces conlleva a que periódicamente se destinen recursos para su reparación. Con los proyectos de protección se mitigarán los daños, ya que sólo requerirán su conservación normal o rutinaria; es necesario relacionar la magnitud de las erogaciones a los niveles de desbordamiento o inundación, para ello se hace uso de los mapas de inundaciones desarrollados en los trabajos previos.

k. Evitar el daño en zonas agrícolas

En este beneficio, es necesario calcular el excedente del productor que se pierde con las superficies agrícolas que son afectadas por la inundación, considerando la superficie de cada cosecha, el precio medio rural y los costos de producción, asociándolo a los diferentes periodos de retorno para cada nivel de inundación. En el capítulo de saneamiento se presenta la información para valorar este excedente.

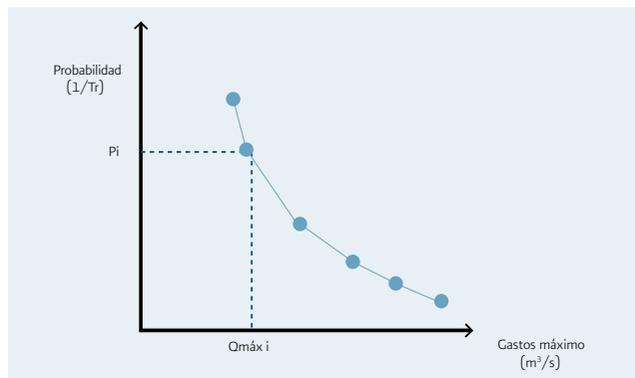
II.4.6 Evaluación socioeconómica

Una vez que se cuenta con los datos de los beneficios derivados de evitar los daños de las inundaciones para diferentes periodos de retorno, se procede a la elaboración de la curva que los asocia con los niveles de daño, es decir con los determinados periodos de retorno, para la valoración anual de los beneficios netos del proyecto y con ello, alimentar el flujo de efectivo y obtener los indicadores de rentabilidad necesarios.

Como se mencionó en la descripción de la metodología del daño evitado esperado, se puede proceder de la siguiente manera práctica para la generación del beneficio por evitar un daño esperado anual.

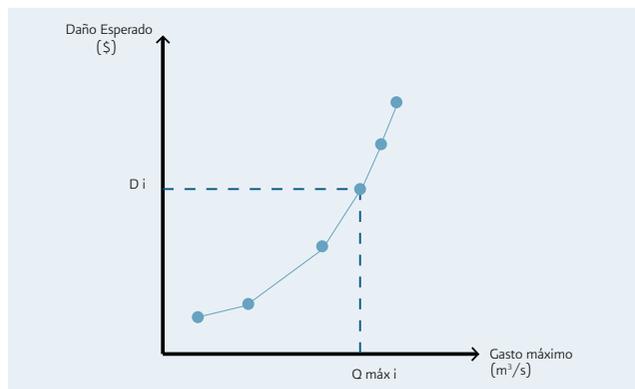
1. A partir de los estudios hidrológicos, se puede conocer la curva Gasto Máximo o Altura de inundación versus Probabilidad de Ocurrencia Periodo de Retorno (Tr).

Figura II.25 Curva Gasto Máximo - Probabilidad de Ocurrencia



2. De las características geomorfológicas de las cuencas, de la determinación de las áreas susceptibles de inundación asociadas a cada Tr , así como de los trabajos de campo, análisis de la información y la identificación de cada uno de los beneficios atribuibles a la alternativa de proyecto seleccionada,

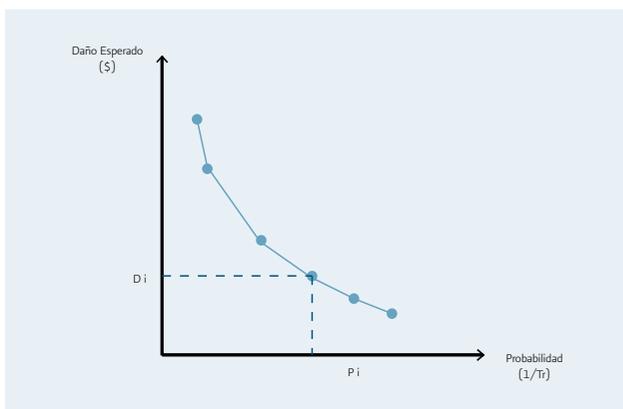
Figura II.26 Curva Gasto Máximo – Daño esperado



se construye la curva Gasto Máximo o Altura de Inundación versus Daños esperados.

3. Finalmente, a partir de la asociación de las dos curvas anteriores mediante el Gasto máximo o Altura de Inundación de ambas, se construye la curva Probabilidad de Ocurrencia o Periodo de Retorno versus Daños Esperados, no es infructuoso recordar que el inverso del periodo de retorno o su frecuencia nos proporciona la probabilidad de su ocurrencia y que ante la incertidumbre de asegurar qué intensidad de precipitación se presentará cada uno de los años futuros se hace uso de la esperanza matemática de su ocurrencia.

Figura II.27 Curva Probabilidad de ocurrencia – Daño esperado

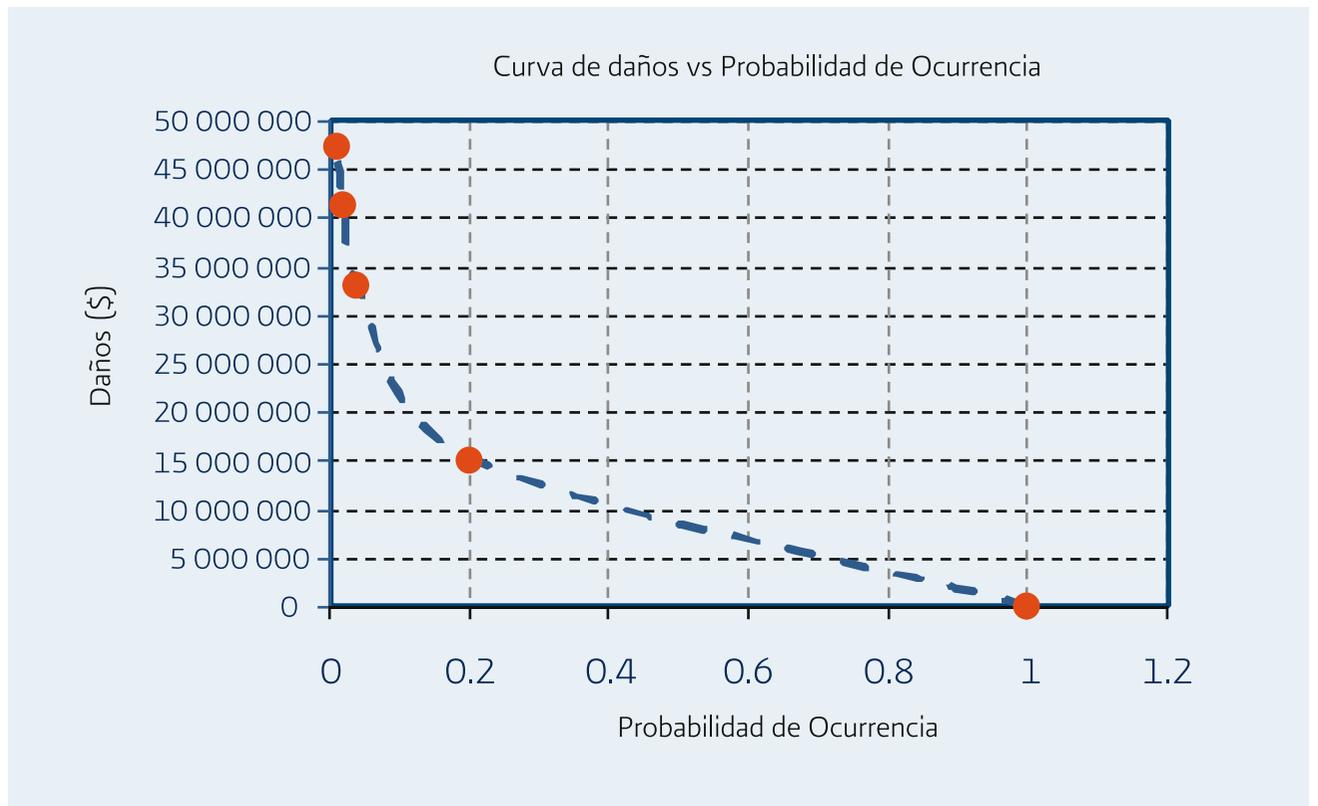


En términos simples, esta “predicción” de ocurrencia, traducida a un posible daño esperado año tras año, no será otra cosa sino el área bajo la curva así obtenida.

4. Por último, la valoración anual de este beneficio se incorporará al flujo de efectivo del proyecto, a partir de año en el que los beneficios se presenten o sea cuando la infraestructura de protección esté en condiciones de cumplir su función: Junto con los beneficios se incorporarán los costos respectivos y a partir de aquí se obtendrán los indicadores de rentabilidad VANS y TIRS.

Lo que se presenta la gráfica II.28, es la curva de daños asociado a la probabilidad de que éstos ocurran, es decir, que integrando esta curva o calculando el área bajo la misma se obtiene el valor de un daño “ponderado” para el horizonte de evaluación (en el ejemplo son \$7.62 millones de pesos), por lo que este es el valor será el que se incluya como beneficio de todos los años en el flujo de la evaluación.

Figura II.28 Gráfica de daños-probabilidad de ocurrencia







III. Evaluación ambiental de proyectos

III.1 Introducción³⁷

Actualmente las prácticas y normatividades vigentes tienden a acentuar el carácter multidisciplinario de la evaluación de proyectos, en la cual se encuentra la factibilidad ambiental de los proyectos.

El presente capítulo tiene dos objetivos: el primero es proporcionar un panorama general sobre el impacto ambiental de los proyectos y lo que es una Manifestación de Impacto Ambiental (MIA), ya que es indispensable que los evaluadores de proyectos integren junto con los aspectos técnicos y socioeconómicos los ambientales; tal como es indicado en los lineamientos emitidos por la SHCP para la elaboración de los estudios costo y beneficio; en segundo

lugar, se dan a conocer algunos planteamientos que pueden ser de utilidad para la cuantificación de los beneficios al evitar un daño ambiental en el desarrollo de un proyecto de inversión.

III.2 Antecedentes

La valoración económica de la calidad ambiental está íntimamente asociada al bienestar de la sociedad y quizás por esta razón, los proyectos ambientales constituyen una de las áreas de aplicación más promisorias del análisis costo-beneficio. Además, el poder valorar los costos y beneficios de los proyectos que afectan directa o indirectamente el medio ambiente, nos permite no solamente una toma de decisiones más eficiente y equitativa, sino también, procurar el bienestar de las generaciones presentes y futuras inmersas en circunstancias cada vez más competitivas, abiertas y multirelacionadas.

El desarrollo de esta sección constituye una estimulante síntesis de algunos de los principales métodos que permiten incorporar el impacto ambiental en los proyectos de inversión. Se destacan los llamados métodos de costos

37 Recopilación bibliográfica de acuerdo con:
Instituto Nacional de Ecología, Dirección General de Ordenamiento Ecológico e Impacto Ambiental, "La Evaluación del Impacto Ambiental, Logros y Retos para el Desarrollo Sustentable 1998-2000", 2000.
FODEPAL, Curso "Gestión y Evaluación de Impacto Ambiental en Proyectos de Inversión", 2004
FODEPAL, Curso "Instrumentos Económicos y de Gestión sobre Políticas Ambientales", 2005
Carabias, J. y Landa R., "Agua Medio Ambiente y Sociedad", 2005

Evitados o Incurridos a partir de funciones dosis-respuesta; el método del costo de viaje, como alternativa para conocer la disposición de los consumidores a pagar por bienes y servicios; el método de los precios hedónicos, basado en las características implícitas de ciertos bienes y el método de la valoración contingente o revelación de preferencias mediante la aplicación de encuestas a la población. Con las limitaciones prácticas que dichos métodos conllevan, se apuesta a que la investigación y divulgación de dichas técnicas, se respalden los esfuerzos que desde diferentes perspectivas se están promoviendo a fin de institucionalizar un mayor conocimiento sobre la medición de impactos ambientales. También se analizan cuatro de los principales problemas con que se enfrenta el análisis costo-beneficio al abordar los bienes y servicios ambientales: la irreversibilidad, el cálculo de los valores de no uso, la incertidumbre y el empleo de la tasa de descuento más apropiada para lograr objetivos de desarrollo sustentable.

En los últimos años organismos internacionales y locales se han mostrado cada vez más interesados en encontrar la mejor manera de incluir el impacto ambiental de los proyectos de desarrollo en el proceso de toma de decisiones.

A su vez se reconoce ampliamente que el fracaso de algunos proyectos de desarrollo fue producto de la poca atención prestada a su impacto en el medio ambiente, el problema puede considerarse relativamente nuevo en la literatura de análisis o evaluación de proyectos.

Del mismo modo, algunos de los manuales más importantes de evaluación social de proyectos abordan el problema general de lograr una mejor asignación de los recursos en presencia de ciertos fracasos del mercado. Pero en estos casos no todos los fracasos del mercado merecen idéntica consideración; el interés principal está en los fracasos producidos como consecuencia de graves imperfecciones de los mercados existentes (que provocan una distorsión de los precios) y no tanto en los fracasos que surgen por la ausencia de mercados para ciertos bienes (debido a externalidades, bienes públicos, recursos comunes y demás), que lleva a una ausencia de precios. Este hecho podría ilustrar la afirmación de que hasta hace poco la evaluación social de proyectos y la estimación del impacto ambiental podían considerarse ramas separadas del análisis costo-beneficio social.

Un objetivo más de la presente sección, queda expresado al examinar de qué maneras y con qué cambios en la metodología general se podría introducir el impacto am-

biental de los proyectos de desarrollo en el análisis costo-beneficio. Para tal propósito el análisis costo-beneficio puede definirse como un método coherente de organizar la información sobre las ventajas (beneficios) y desventajas (costos) sociales expresadas en una unidad monetaria común. Obviamente, la primera condición para incluir los aspectos ambientales en el marco del análisis costo-beneficio es calcular el valor de los cambios de la calidad ambiental en términos monetarios.

La primera impresión es, que el problema estriba simplemente en que no existen precios para calcular el valor de las repercusiones ambientales (positivas y negativas). Los mercados formales y los precios privados no están en condiciones de proporcionarnos información alguna sobre la disposición a pagar por aire y agua más limpios, biodiversidad o belleza geográfica, o sobre el costo de oportunidad de degradar la calidad de las aguas subterráneas utilizando abonos nitrogenados o del aumento de la salinización debida al riego, etc. Todos estos constituyen ejemplos de repercusiones que no tienen precio. Tales repercusiones afectan al bienestar social y, las personas no son indiferentes a ellas. Este hecho bien conocido ha alentado el esfuerzo por revelar el valor que la sociedad (a través de las preferencias de la gente) asigna a estas repercusiones intangibles; dado un proyecto concreto para el que se ha determinado el impacto ambiental, medido en ciertos términos físicos pero no valorado, habría que calcular su valor de acuerdo con la técnica más apropiada y añadir el resultado obtenido al flujo de costos y beneficios del proyecto, lo que daría una especie de beneficios ambientales netos del proyecto.

Aunque la valoración económica de los efectos ambientales es una condición necesaria para incluir los aspectos ambientales en el análisis costo-beneficio, ésta no es suficiente. Este hecho obedece a que los bienes y servicios ambientales son sustancialmente distintos de los bienes de producción o consumo comunes en la teoría económica.

A diferencia del capital creado por el hombre, la pérdida de un bien ambiental puede ser irreversible. El valor de los bienes ambientales no puede reducirse al valor que le damos a su uso como factor de producción o como bien de consumo.

Los efectos de las modificaciones que hacemos en el medio ambiente están sujetos a un mayor grado de incertidumbre que las consecuencias de las actividades normales de producción y consumo. En suma, si los bienes ambien-

tales son diferentes de otros bienes económicos, nuestros criterios para asignarlos también deben ser distintos.

Existen en la literatura abundantes definiciones respecto al concepto de “impacto ambiental”. Algunos lo definen como los cambios espaciales y temporales de un parámetro ambiental como resultado de la interacción de una acción humana en particular, en comparación con lo que hubiese ocurrido si la situación no se hubiese dado. Otros definen los impactos como las alteraciones significativas, de carácter negativo o beneficioso, que se producen en el ambiente como resultado de una actividad humana. En ambos casos debe tenerse claridad sobre los umbrales de aceptabilidad respecto al deterioro ambiental y los elementos del ambiente que deben ser protegidos.

Cabe establecer la diferencia entre efecto e impacto. El primero se refiere a cualquier variación o modificación de los factores ambientales por la acción de un proyecto. El segundo vincula la valoración de la significancia positiva o negativa producida sobre la calidad ambiental.

El significado del impacto puede conectarse con su reversibilidad. La necesidad de calificar el deterioro irreversible, el agotamiento de un recurso, y la iniciación de procesos negativos que se aceleran a sí mismos, ha conducido al desarrollo de estrategias de definición y uso de umbrales. Éstos marcan los límites a partir de los cuales el impacto se considera inadmisibles y que, por lo tanto, incompatibilizan la ejecución de la acción con determinados ambientes.

Existen diversas formas para definir y calificar los impactos. Un ejemplo de niveles puede ser el siguiente:

- a) **Impacto compatible.** La carencia de impacto o la recuperación inmediata tras el cese de la acción. No se necesitan prácticas mitigadoras.
- b) **Impacto moderado.** La recuperación de las condiciones iniciales requiere cierto tiempo. Se precisan prácticas de mitigación simples.
- c) **Impacto severo.** La magnitud del impacto exige, para la recuperación de las condiciones, la adecuación de prácticas específicas de mitigación. La recuperación necesita un período de tiempo dilatado.
- d) **Impacto crítico.** La magnitud del impacto es superior al umbral aceptable. Se produce una pérdida permanente de la calidad de las condiciones ambientales, sin posibilidad de recuperación incluso con la adopción de prácticas de mitigación.

III.2.1 Principales Métodos para la Identificación de Impactos Ambientales

- a) **Las reuniones de expertos.** Cuando se trata de estudiar un impacto muy concreto y circunscrito. Si no ocurre así, no se puede pretender ni rapidez ni exhaustividad, a causa de los cruces interdisciplinarios. El método Delphi³⁸ ha sido de gran utilidad en estos casos.
- b) **Los listados de verificación.** Son listas exhaustivas que permiten identificar rápidamente los impactos. Existen las puramente “indicativas” y las “cuantitativas”, que utilizan estándares para la definición de los principales impactos (por ejemplo, contaminación del aire según el número de viviendas).
- c) **Las matrices simples de causa-efecto.** Son matrices limitadas a relacionar la variable ambiental afectada y la acción humana que la provoca.
- d) **Los grafos y diagramas de flujo.** Tratan de determinar las cadenas de impactos primarios y secundarios con todas las interacciones existentes y sirven para definir tipos de impactos esperados.
- e) **La cartografía ambiental o superposición de mapas (overlay).** Se construyen una serie de mapas representando las características ambientales que se consideren influyentes. Los mapas de síntesis permiten definir las aptitudes o capacidades del suelo ante los distintos usos, los niveles de protección y las restricciones al desarrollo de cada zona.
- f) **Redes.** Son diagramas de flujo ampliados a los impactos primarios, secundarios y terciarios.
- g) **Sistemas de información geográficos.** Son paquetes computacionales muy elaborados, que se apoyan en la definición de sistemas. No permiten la identificación de impactos, que necesariamente deben estar integrados en el modelo, sino que tratan de evaluar la importancia de ellos.
- h) **Matrices.** Estos métodos consisten en tablas de doble entrada, con las características y elementos ambientales y con las acciones previstas del proyecto. En la intersección de cada fila con cada columna se identifican los impactos correspondientes. La matriz de Leopold³⁹ es un buen ejemplo de este método. En matrices más complejas pueden deducirse los

38 El método pretende extraer y maximizar las ventajas que presentan los métodos basados en grupos de expertos y minimizar sus inconvenientes. Para ello se aprovecha la sinergia del debate en el grupo y se eliminan las interacciones sociales indeseables que existen dentro de todo grupo. De esta forma se espera obtener un consenso lo más fiable posible del grupo de expertos.

39 La matriz de Leopold corresponde a una matriz de las llamadas causa-efecto, las que consisten en un listado de acciones humanas y otro de indicadores de impacto ambiental, que se relacionan en un diagrama matricial.

encadenamientos entre efectos primarios y secundarios, por ejemplo.

Como puede verse, existen muchas maneras y métodos para analizar la capacidad del ambiente y los impactos ambientales. Son tantos que su selección es un punto crucial en los resultados de la evaluación. Por ello no es posible abogar por una fórmula única, ya que no lo permite la escasa perspectiva temporal y la enorme complejidad de las interacciones; aún más, una regla de este tipo, nunca sería aconsejable de definir en el dominio de las ciencias ambientales.

III.3 Evaluación de impacto ambiental y su manifestación

La Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) y su Manifestación (MIA) son instrumentos de política ambiental y en ellas se utiliza un conjunto de técnicas, que integradas, permiten predecir y evaluar los probables efectos ambientales de un proyecto determinado.

La EIA tiene como objetivo llegar a una decisión balanceada que concilie los intereses y objetivos de algún proyecto, con los factores ambientales, socioeconómicos, políticos y técnicos que intervienen en la construcción y operación de infraestructura. Dos elementos de la EIA, son de vital importancia para los fines de determinación de la responsabilidad ambiental y reparación del daño, son:

- La enunciación de los impactos ambientales significativos: los ambientes (reales y potenciales) en el área de influencia, y
- La descripción general de las medidas para evitar, atenuar o remediar impactos negativos.

Antes de empezar determinadas obras públicas, proyectos o actividades que pueden producir impactos importantes en el ambiente, la legislación obliga a hacer una Evaluación del Impacto Ambiental que producirán si se llevan a cabo.

La evaluación de impacto ambiental es un proceso singular cuya operatividad y validez como instrumento para la protección del ambiente está recomendado por diversos organismos internacionales⁴⁰. También es avalado por la experiencia acumulada en países desarrollados, que lo han incorporado a su ordenamiento jurídico desde hace años. En México, las metodologías para la realización de

la EIA tienen su origen en la Ley Federal de Protección al Ambiente de 1982 retomado posteriormente por la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA) de 1988. Habitualmente, la presentación de la MIA, correspondiente a una EIA, sigue una serie de guiones propuestos en un primer momento por la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología según su modalidad⁴¹.

De acuerdo a los artículos 28 y 30 de la LGEEPA, “quienes pretendan obras o actividades que puedan causar desequilibrio ecológico o rebasar los límites y condiciones establecidos en las disposiciones aplicables para proteger el ambiente y preservar y restaurar los ecosistemas...”, requerirán previamente la autorización en materia de impacto ambiental de la SEMARNAT, para lo cual “deberán presentar... una manifestación de impacto ambiental, la cual deberá contener, por lo menos, una descripción de los posibles efectos en el o los ecosistemas que pudieran ser afectados por la obra o actividad de que se trate, considerando el conjunto de los elementos que conforman dichos ecosistemas, así como las medidas preventivas, de mitigación y las demás necesarias para evitar y reducir al mínimo los efectos negativos sobre el ambiente.

Cuando se trate de actividades consideradas altamente riesgosas, la manifestación deberá incluir el estudio de riesgo correspondiente.

Si después de la presentación de una manifestación de impacto ambiental se realizan modificaciones al proyecto de la obra o actividad respectiva, los interesados deberán hacerlas del conocimiento de la Secretaría, a fin de que ésta les notifique... si es necesaria la presentación de información adicional para evaluar los efectos al ambiente.”

Los contenidos, así como las características y las modalidades de las manifestaciones de impacto ambiental y los estudios de riesgo quedan establecidos en el Reglamento de la LGEEPA. De modo general, dichos guiones cubren una descripción del proyecto, aspectos generales del medio natural y socioeconómico, la vinculación de la obra con diversos ordenamientos jurídicos, diversos diagnósticos temáticos, la identificación y evaluación de impactos ambientales de significancia, posibles escenarios ambientales post-proyecto, las medidas de prevención y mitigación de los impactos ambientales, una estrategia de gestión para el proyecto y las conclusiones del estudio.

40 La Declaración de Río (1992) en su principio 17 señala que: “deberá emprenderse una evaluación del impacto ambiental, en calidad de instrumento nacional, respecto de cualquier actividad propuesta que probablemente haya de producir un impacto negativo considerable en el medio ambiente...”.

41 Informes Medioambientales: Evaluación Preliminar; Evaluación Simplificada y Evaluación Detallada

Según el artículo 28 de la misma ley, en los casos en que determine su Reglamento, requerirán previamente la autorización en materia de impacto ambiental quienes pretenden llevar a cabo, entre muchas otras actividades, las obras hidráulicas (fracción I) y Obras y actividades en humedales, manglares, lagunas, ríos, lagos y esteros conectados con el mar, así como en sus litorales o zonas federales (fracción X) y obras o actividades que correspondan a asuntos de competencia federal...(fracción XIII).

De manera específica conforme se indica en el párrafo anterior, el Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental, en su artículo 5º, establece las obras o actividades hidráulicas, que requieren previamente la autorización de la Secretaría en materia de impacto ambiental:

- i. Presas de almacenamiento, derivadoras y de control de avenidas con capacidad mayor de 1 millón de metros cúbicos, jagüeyes y otras obras para la captación de aguas pluviales, canales y cárcamos de bombeo, con excepción de aquellas que se ubiquen fuera de ecosistemas frágiles, Áreas Naturales Protegidas y regiones consideradas prioritarias por su biodiversidad y no impliquen la inundación o remoción de vegetación arbórea o de asentamientos humanos, la afectación del hábitat de especies incluidas en alguna categoría de protección, el desabasto de agua a las comunidades aledañas, o la limitación al libre tránsito de poblaciones naturales, locales o migratorias;
- ii. Unidades hidroagrícolas o de temporal tecnificado mayores de 100 hectáreas;
- iii. Proyectos de construcción de muelles, canales, escolleras, espigones, bordos, dársenas, represas, rompeolas, malecones, diques, varaderos y muros de contención de aguas nacionales, con excepción de los bordos de represamiento del agua con fines de abrevadero para el ganado, autoconsumo y riego local que no rebase 100 hectáreas;
- iv. Obras de conducción para el abastecimiento de agua nacional que rebasen los 10 kilómetros de longitud, que tengan un gasto de más de quince litros por segundo y cuyo diámetro de conducción exceda de 15 centímetros;
- v. Sistemas de abastecimiento múltiple de agua con diámetros de conducción de más de 25 centímetros y una longitud mayor a 100 kilómetros;
- vi. Plantas para el tratamiento de aguas residuales que descarguen líquidos o lodos en cuerpos receptores que constituyan bienes nacionales;

- vii. Depósito o relleno con materiales para ganar terreno al mar o a otros cuerpos de aguas nacionales;
- viii. Drenaje y desecación de cuerpos de aguas nacionales;
- ix. Modificación o entubamiento de cauces de corrientes permanentes de aguas nacionales;
- x. Obras de dragado de cuerpos de agua nacionales;
- xi. Plantas potabilizadoras para el abasto de redes de suministro a comunidades, cuando esté prevista la realización de actividades altamente riesgosas;
- xii. Plantas desaladoras;
- xiii. Apertura de zonas de tiro en cuerpos de aguas nacionales para desechar producto de dragado o cualquier otro material, y
- xiv. Apertura de bocas de intercomunicación lagunar marítimas.

Así el citado Reglamento determina las obras o actividades a que se refiere el artículo 28 de la LGEEPA, que por su ubicación, dimensiones, características o alcances no produzcan impactos ambientales significativos, no causen o puedan causar desequilibrios ecológicos, ni rebasen los límites y condiciones establecidos en las disposiciones jurídicas referidas a la preservación del equilibrio ecológico y la protección al ambiente, y que por lo tanto no deban sujetarse al procedimiento de evaluación de impacto ambiental previsto en dicha Ley.

Por otro lado, el artículo 31 de la misma Ley, remite a la presentación de un informe preventivo y no una manifestación de impacto ambiental, cuando:

- I. Existan normas oficiales mexicanas u otras disposiciones que regulen las emisiones, las descargas, el aprovechamiento de recursos naturales y, en general, todos los impactos ambientales relevantes que puedan producir las obras o actividades;
- II. Las obras o actividades de que se trate estén expresamente previstas por un plan parcial de desarrollo urbano o de ordenamiento ecológico que haya sido evaluado por la Secretaría en los términos del artículo siguiente (artículo 32), o
- III. Se trate de instalaciones ubicadas en parques industriales autorizados en los términos de la presente sección.

Aun en los casos previstos por dicho artículo, y habiendo analizado el informe preventivo la SEMARNAT se reserva la decisión para determinar si se requiere la presentación de una manifestación de impacto ambiental en alguna de las modalidades previstas.

Como proceso de planeación ambiental, la EIA, consta de tres etapas: la descriptiva, la analítica y la propositiva o estratégica. Dichas etapas, comprenden nueve fases, de las cuales, las cinco primeras corresponden a la etapa descriptiva e integran los procesos de recopilación de

información del proyecto, regionalización ecológica y la caracterización física, biológica y socioeconómica del área. La sexta y séptima fases corresponden a la etapa analítica de la evaluación. Por último la etapa estratégica, en la que se diseñan las medidas de prevención, mitigación, compensación, remediación y manejos ambientales del área, se genera un programa de monitoreo ambiental y seguimiento del proyecto, se desarrollan propuestas para la integración y expedición de los instrumentos legales para el monitoreo del proyecto y la generación de un banco sistematizado de información geográfica y ecológica acorde con las necesidades de la región de estudio y la instrumentación de la estrategia de gestión y monitoreo ambiental.

En cada etapa llevan a cabo reuniones interdisciplinarias y talleres de planeación participativa como parte de una estrategia de comunicación de la información, gestión y evaluación del proyecto.

Es preciso señalar que para que la EIA sea útil en un marco de deslinde de responsabilidades, ésta deberá poder identificar de forma clara los impactos ambientales (reales o potenciales) más representativos. Para ello, la definición de los criterios relevantes por parte de todos los involucrados es de primordial importancia. Esto además, provee de la información que permitirá llegar a una decisión balanceada de conciliación de intereses y objetivos de un proyecto sin afectar en forma significativa otros elementos y procesos del sistema.

Tabla III.1 Diagrama de las fases metodológicas a utilizar en una EIA

| Etapa | No. | Fase | Proceso |
|-----------------------|--------------------------------|---|--|
| Descriptiva | 1 | Recopilación de información | Recopilación de información |
| | 2 | Regionalización | Regionalización ecológica |
| | 3 | Caracterización física | Trabajo de gabinete |
| | | | Verificación de campo |
| | 4 | Caracterización biológica | Trabajo de gabinete |
| Verificación de campo | | | |
| 5 | Caracterización socioeconómica | Trabajo de gabinete | |
| | | Verificación de campo | |
| Analítica | 6 | Diagnóstico | Vinculación del proyecto con normas y usos del suelo |
| | | | Diagnósticos temáticos |
| | | | Análisis de aptitud |
| | | | Identificación de índices e indicadores |
| | | | Diagramas de flujo |
| | | | Modelo conceptual |
| | 7 | Pronóstico | Identificación y evaluación de impactos |
| Simulación K | | | |
| Estratégica | 8 | Mitigación de impactos y propuestas de manejo | Modelos cuantitativos y análisis de tendencias |
| | | | Estrategias, políticas y lineamientos de manejo |
| | 9 | Estrategia de gestión | Medidas de mitigación, compensación y remediación |
| | | | Instrumentos de gestión |
| | | | Monitoreo y seguimiento |
| | | | Sistema de información. |

III.4 Otros ordenamientos jurídicos

Independientemente de que los lineamientos de la SHCP para la elaboración de estudios costo y beneficio, consideren la parte correspondiente a la factibilidad ambiental de los proyectos, de manera transversal en la normatividad federal se exige y remite al cumplimiento de los estudios para garantizar la observancia en la preservación del medio ambiente con la realización de los proyectos de inversión; a propósito de la normatividad vigente, a continuación se presenta:

a) Reglamento de la Ley Federal de Presupuesto y Responsabilidad Hacendaria

Artículo 53. Los programas y proyectos de inversión que se señalan en este artículo deberán contar con el dictamen favorable sobre el análisis de factibilidad técnica, económica y ambiental y, en su caso, sobre el proyecto ejecutivo de obra pública. Este dictamen se deberá obtener antes de la emisión de los oficios de inversión correspondientes, o en los casos en que éstos no se requieran, antes de iniciar el procedimiento de contratación correspondiente.

Los programas y proyectos de inversión sujetos a esta obligación son:

Los nuevos programas y proyectos de inversión presupuestaria en infraestructura de hidrocarburos, eléctrica y de transporte, incluyendo carreteras, cuyo monto total de inversión sea mayor al que determine la Secretaría.

b) Ley de Obras Públicas y Servicios Relacionados con las mismas

Artículo 20. Las dependencias y entidades estarán obligadas a considerar los efectos sobre el medio ambiente que pueda causar la ejecución de las obras públicas con sustento en la evaluación de impacto ambiental prevista por la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente. Los proyectos deberán incluir las obras necesarias para que se preserven o restituyan en forma equivalente las condiciones ambientales cuando éstas pudieren deteriorarse y se dará la intervención que corresponda a la Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca, y a las dependencias y entidades que tengan atribuciones en la materia.

Artículo 21. Las dependencias y entidades según las características, complejidad y magnitud de los trabajos formularán sus programas anuales de obras públicas y de servicios relacionados con las mismas y los que abarquen más de un ejercicio presupuestal, así como sus respectivos presupuestos, considerando:

- I. Los estudios de preinversión que se requieran para definir la factibilidad técnica, económica, ecológica y social de los trabajos;

c) Ley de Aguas Nacionales

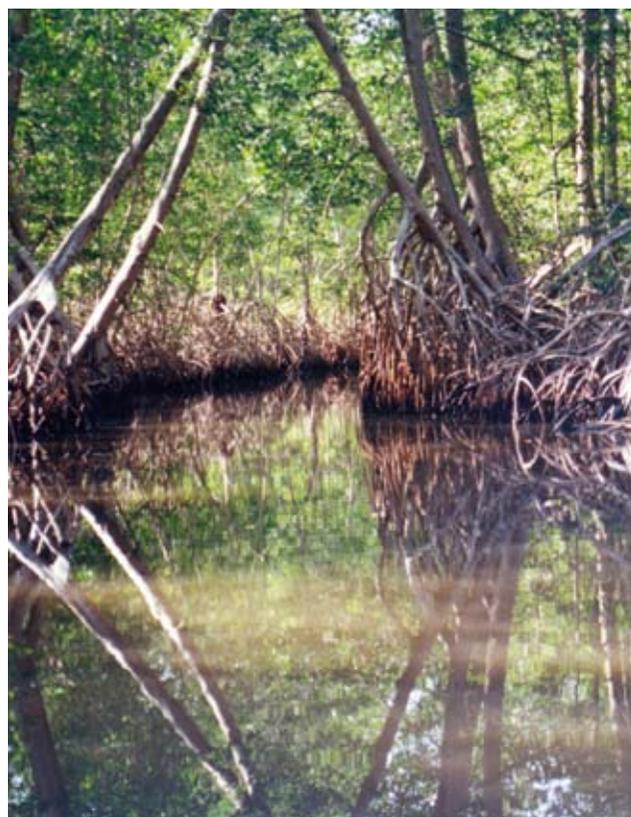
Artículo 21 Bis. El promovente deberá adjuntar a la solicitud a que se refiere el artículo anterior, al menos los documentos siguientes:

- III. La manifestación de impacto ambiental, cuando así se requiera conforme a la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente;

d) Reglamento de la Ley de Obras Públicas y Servicios Relacionados con las ismas

Artículo 6. En la planeación de las obras y servicios, las dependencias y entidades, según las características, complejidad y magnitud de los trabajos, deberán considerar, además de lo previsto en la Ley, lo siguiente:

- I. Los avances tecnológicos en función de la naturaleza de las obras y servicios y la selección de aquellos procedimientos de seguridad del personal e instalaciones, construcción, materiales, productos y equipos que satisfagan los requerimientos técnicos, ambientales y económicos del proyecto;



III.5 Contenidos de los estudios de impacto ambiental

Descripción del proyecto. Se describen todas las acciones que podrían tener impactos ambientales significativos, tanto en las etapas de construcción, puesta en marcha, operación, como de abandono. Entre otros, se incluyen los siguientes aspectos:

- a. Resumen ejecutivo.
- b. Descripción de la acción, identificando: proponente, tipo y monto de inversión, etapa del proyecto, tecnología empleada, objetivos y justificación, descripción general del proyecto con sus obras complementarias.
- c. Marco de referencia legal y administrativo. Se deben especificar los aspectos legales y administrativos que están asociados a la temática ambiental del proyecto, especialmente al cumplimiento de las normas y obtención de permisos ambientales.
- d. Localización. Se justifica la decisión sobre la ubicación geográfica y político-administrativa de la acción y los impactos ambientales que se deriven de ella.
- e. Envergadura de la acción. Se establece el área de influencia, generando una descripción de la superficie involucrada en función de los impactos ambientales significativos. Se describen aspectos, tales como: tamaño de la obra, volumen de producción, número de trabajadores, requerimientos de electricidad y agua, atención médica, educación, caminos, medios de transporte, entre otros.
- f. Tipos de insumos y desechos. Se describen las materias primas utilizadas y su volumen, fuentes de energía, cantidad y calidad de las emisiones sólidas, líquidas y/o gaseosas, así como la tasa a la cual se generarán y la disposición y manejo de los desechos, los planes de manejo de los recursos, volúmenes y tasa de extracción, origen de los insumos y otros aspectos relevantes para identificar el impacto ambiental del proyecto.

Antecedentes del área de influencia del proyecto (Línea de Base). Deben incluirse parámetros ambientales sólo en la medida que representen los impactos ambientales significativos. Se incorporan aspectos como:

- a. Descripción de depósitos o tratamiento de desechos, uso actual y valor del suelo, división de la propiedad, grado de avance industrial-residencial, capacidad de uso y topografía, categoría de área protegida y equipamiento e infraestructura básica, entre otros.
- b. Descripción de la ubicación, extensión y abundancia de fauna y/o flora, y características y representatividad de los ecosis-

temas. Se analiza tanto la calidad como la fragilidad de los ambientes involucrados.

- c. Descripción del medio físico (agua superficial y subterránea, aire y suelo) en cuanto a sus características (parámetros físico-químicos, estado de contaminación, etc.) y sus dinámicas.
- d. Descripción de los sitios relativos a monumentos nacionales, áreas de singularidad paisajística, sitios de valor histórico-arqueológico o cultural, entre otros.
- e. Descripción de parámetros demográficos, de características socioeconómicas, de calidad de vida, de cantidad de personas afectadas, costumbres, valores y rasgos culturales entre otras variables.
- f. Identificación, análisis y valorización de los impactos. En esta parte se identifican los impactos positivos y negativos derivados de la construcción, puesta en marcha, operación y abandono de la acción. La valorización de los impactos y la elección de las técnicas deben velar porque ellas:
 - Analicen la situación ambiental previa (antecedentes o línea de base) en comparación con las transformaciones esperadas del ambiente.
 - Prevean los impactos directos, indirectos y los riesgos inducidos que se podrían generar sobre los componentes físico-naturales, socioeconómicos, culturales y estéticos del ambiente.
 - Enfaticen la pertinencia de las metodologías usadas en función de: i) la naturaleza de acción emprendida, ii) las variables ambientales afectadas, y iii) el área involucrada.
 - Utilicen variables ambientales representativas para medir impactos y justifiquen la escala, el nivel de resolución y el volumen de los datos, la replicabilidad de la información, la definición de umbrales de impactos y la identificación de impactos críticos o inadmisibles e impactos positivos.
 - Consideren las normas y estándares nacionales existentes en la materia y área geográfica de que se trate.

Plan de manejo ambiental. Una vez que se han identificado, analizado y cuantificado los impactos ambientales se incluyen los siguientes aspectos:

- a. Análisis de las acciones posibles de realizar para aquellas actividades que, según lo detectado en el punto anterior, impliquen impactos no deseados.
- b. Descripción de procesos, tecnologías, acciones y otros, que se hayan considerado para reducir los impactos ambientales negativos cuando corresponda.
- c. Programa de mitigación con las acciones tendientes a minimizar los impactos negativos sobre el ambiente en la construcción, operación y abandono de las obras e instalaciones.

- d. Programa de medidas compensatorias con las actividades tendientes a lograr transacciones ambientales para manejar los impactos sin posibilidades de mitigación.
- e. Programa de prevención y control de riesgos, con las medidas ante los eventuales accidentes tanto en la infraestructura o insumos como en los trabajos de construcción, operación y abandono de las obras.
- f. Programa de contingencias, con las acciones para enfrentar los riesgos identificados en el punto anterior.
- g. Programa de seguimiento, evaluación y control, con los antecedentes necesarios para verificar la evolución de los impactos ambientales, seguir adecuadamente el comportamiento de la línea de base, revisar las acciones de mitigación y compensación propuestas en el estudio de impacto ambiental, y realizar auditorías para ajustar el comportamiento de las obras a las condiciones ambientales deseadas.

De acuerdo a las definiciones anteriores, se puede mencionar en forma enunciativa, algunos contenidos básicos a considerar en este tipo de análisis.

El desarrollo de las metodologías para evaluar impactos ambientales puede vincularse secuencialmente con: a) la búsqueda de las relaciones entre los elementos o características territoriales y las acciones; b) las mediciones específicas e información necesaria para estimar los impactos; y c) las medidas de mitigación, compensación y seguimiento. Estos antecedentes permiten una adecuada identificación, predicción e interpretación de los impactos sobre diversos componentes del ambiente.

La información puede concretarse sobre la base de dos aspectos básicos: la medición de la capacidad y del impacto sobre el medio. La capacidad es la condición natural de un territorio para absorber presiones sin deteriorarse y se relaciona con aspectos tales como: una altitud es mejor que otra para repoblar con una determinada especie forestal; un tipo litológico es mejor que otro en cuanto a resistir las cargas derivadas de la erosión de los suelos; y la capacidad de auto-purificación de una corriente ante los contaminantes. También se hace referencia a otros enfoques para aplicar este concepto como, por ejemplo, la capacidad de carga. Esta puede expresarse en:

- Número de organismos de una especie dada que pueden vivir en un ecosistema sin causar deterioro.
- Máximo número de animales que pueden sobrevivir al período anual más desfavorable en un área.

El análisis del impacto conduce al concepto de alteración. Por ello es necesario prever y estudiar cuáles serían

las implicancias de las posibles acciones sobre el medio ambiente, sean éstas de carácter positivo o negativo.

La consideración del impacto negativo sobre el medio contrapone los conceptos de fragilidad, singularidad y rareza, a las consideraciones de tipo técnico analizadas en los estudios de capacidad. Contrariamente, el impacto positivo realza la capacidad territorial para acoger las acciones, con matices derivados de las posibles orientaciones favorables que puedan inducirse sobre los elementos espaciales y los procesos actuantes debido a la implantación de las actividades humanas.

a) Calidad del agua

Para la elección de modelos que analizan la calidad del agua, es necesario conocer los criterios y estándares establecidos en las normativas nacionales. Un modelo es una representación que simula las condiciones ambientales y su respuesta ante estímulos determinados. Los más utilizados son los matemáticos; también se usan modelos físicos, cuando las situaciones son demasiado complejas para ser analizadas matemáticamente.

La modelación constituye una herramienta poderosa en el análisis de calidad del agua. La validez de un modelo depende de la calidad de información disponible. Por ello, siempre se realiza un análisis crítico de los datos y de sus resultados. En muchas oportunidades los modelos existentes no pueden ser aplicados por falta o mala información, o por no ser comparables el ámbito que se evalúa con aquel asociado al modelo.

b) Análisis sobre la calidad del aire

El análisis de la calidad del aire puede cumplir varias finalidades, entre las que destacan el pronóstico de las posibles alteraciones por una nueva actividad, y el impacto en la salud humana y en la flora y fauna de un territorio determinado. También el análisis de la calidad del aire permite conocer la eficiencia de los mecanismos de control de emisiones de un determinado proceso industrial.

Al igual que en el análisis de la calidad del agua, la modelación de los posibles impactos ambientales por emisiones al aire cumple el propósito de predecir el comportamiento de las concentraciones de contaminantes.

c) Análisis sobre degradación de los suelos

Los distintos métodos de identificación y análisis de los procesos de degradación de suelos pueden agruparse como

de: observación y medición directa, métodos paramétricos, modelos, métodos cartográficos y utilización de datos de teledetección.

d) Análisis sobre flora y fauna

Debido a la gran diversidad que presentan los seres vivos, tanto a nivel de individuos y especies como de interacciones y asociaciones entre ellos, no existe una metodología aplicable a todos los casos, excepto en líneas o principios generales. Esto hace que el primer paso para realizar estudios de flora y fauna sea adecuarse a las metas planteadas y a la existencia de información disponible en inventarios y publicaciones científicas actualizadas.



III.6 Alternativas de Métodos de Valoración

Esta sección busca enunciar algunos métodos específicos relevantes para la EIA y que actúan como complemento de aquellos descritos en los puntos anteriores.

Las diferentes técnicas para calcular el valor de bienes y servicios ambientales pueden agruparse según el respectivo mercado en que se puede encontrar la información necesaria para obtener un cierto valor para los bienes intangibles de que se trate. En ningún caso se pretende elaborar un análisis detallado de todas las alternativas posibles. Desde esta perspectiva surgen tres grandes categorías de técnicas.

- Aquellas que intentan obtener el valor económico de los bienes y servicios ambientales mediante la búsqueda de ciertas equivalencias entre estos bienes y otros bienes y servicios que normalmente se intercambian en el mercado. Si estas equivalencias existen, el valor de los bienes ambientales puede deducirse directamente de la información sobre los bienes intercambiados en los mercados convencionales,
- Las técnicas que están basadas en el supuesto de que, cuando las personas compran y venden ciertos bienes privados, también están expresando sus preferencias implícitas en materia de bienes ambientales (luego la valoración puede obtenerse observando estos mercados implícitos), y
- Finalmente están los métodos que crean mercados artificiales específicos en que las personas expresan directamente sus preferencias en materia de bienes ambientales.

En la actualidad, aunque presenta un alto grado de dificultad valorar en aspectos económicos los impactos ambientales de un proyecto existen diversas metodologías dedicadas a la valoración económica del medio ambiente:

III.6.1 Valoración Utilizando Mercados Convencionales

a) Valoración mediante cambios en la producción

Hay algunos casos en que es acertado considerar a los bienes ambientales como insumos en el proceso de producción de ciertos bienes privados. En este caso cabe esperar que la reducción de la disponibilidad de los insumos ambientales, a igualdad de condiciones, haga decrecer el valor del producto final. Por otra parte, esta pérdida de producción puede interpretarse como el costo de oportunidad del cambio ambiental.

El caso más común surge cuando un proyecto produce externalidades tecnológicas (que afectan a la función de producción de un agente económico que no forma parte

del proyecto) que modifican la calidad de un bien ambiental que se utiliza como insumo para otro productor. Por ejemplo, la contaminación del agua puede afectar a la producción de agua potable (aumentando el costo de tratamiento), reducir el suministro de agua de riego y contraer la producción de pescado; la erosión del suelo reduce el valor de los cultivos sembrados en determinado terreno, y así sucesivamente.

Los ejemplos de cambios en la función de producción también pueden ser internos del proyecto, pero en tal caso no es necesario obtener una valoración separada de los efectos ambientales internos. Por ejemplo, con bastante frecuencia, la implementación de un proyecto de riego implica el constante aumento de la salinidad del suelo y luego la constante reducción del valor de los cultivos. Ahora bien, cuando el efecto ambiental es interno, las pérdidas de bienestar debidas a la mayor salinidad pueden reflejarse en la trayectoria decreciente de los ingresos obtenidos al cosechar (aunque no es fácil encontrar un ejemplo práctico en que haya ocurrido esto).

La valoración mediante este método se obtiene independientemente de cómo actúan los agricultores frente a los cambios de la calidad ambiental. Al menos por razones teóricas, se acepta que el agricultor no reacciona utilizando otra combinación de los insumos restantes (por ejemplo, usando más abonos para mantener un determinado nivel de producción), reemplazando ese insumo ambiental en particular (por ejemplo, cambiando el agua contaminada por agua más limpia) o cambiando sus productos (buscando cultivos que sean más resistentes a ciertos tipos de contaminación, entre otros).

b) Valoración mediante bienes sustitutivos

Otra perspectiva, es considerar que los bienes y servicios ambientales son un insumo más entre otros del proceso de producción. Por ejemplo, los nutrientes naturales del suelo pueden reemplazarse con abonos orgánicos, las aguas subterráneas contaminadas con agua pura. En este método se parte de la base de que la producción física de un bien es una función de ambos tipos de insumos, algunos privados, entre ellos mano de obra, abonos, aguas tratadas, y algunos ambientales, como la disponibilidad de nutrientes naturales del suelo (nitrógeno, fosfato, carbono orgánico, etc.) y agua de una cierta calidad.

Cada nivel de producción puede obtenerse con diferentes combinaciones de estos insumos. La finalidad es

definir la cantidad del insumo privado necesaria para obtener un determinado nivel de producción, dada la disponibilidad de diferentes cantidades del insumo ambiental. Vale decir, dado el nivel actual de producción, la cantidad utilizada del insumo intercambiado puede definirse como una función implícita de la cantidad disponible del insumo ambiental, para finalmente reflejar la disposición a pagar de los individuos para evitar de todos modos los efectos negativos de la degradación ambiental.

Tal como el primero, este método permite obtener una medida representativa de la pérdida de bienestar en que se ha incurrido (a falta de una medida más directa).

Hay que prever que el verdadero valor de la disposición a pagar para evitar la pérdida del bien ambiental pueda estar cerca del costo de reemplazo. De hecho, si las personas realizan el reemplazo, revelan una disposición a pagar por una mejora ambiental que es por lo menos igual al costo de reemplazo; probablemente están dispuestas a pagar más, pero esta información no se puede obtener con métodos indirectos. Por otra parte, si las personas no realizan actividades de reemplazo, quiere decir que su disposición a pagar es inferior a este costo.

Este razonamiento se basa en importantes supuestos. El primero es que el reemplazo es posible. Una vez producida la erosión en una tierra de cultivo, podría haber una manera de restablecer el anterior nivel de producción del terreno afectado. Esta afirmación podría ser cierta desde un punto de vista técnico (independientemente del costo al que se estén produciendo cultivos en otras partes).

El segundo supuesto es que los efectos de la erosión pueden conocerse con seguridad. Las personas pueden tener información correcta sobre los efectos ambientales de sus prácticas de producción y sobre los métodos para evitar las consecuencias económicas de estos daños.

Un último aspecto es que, para un agricultor que enfrenta la degradación de su producción, el reemplazo de la tierra puede no ser una respuesta racional, lo que constituye un hecho obvio que puede deducirse de la teoría del productor.

Normalmente los agricultores no pagan por los insumos ambientales utilizados en la producción. En consecuencia, el corolario inmediato del daño ambiental es un aumento del costo variable para obtener el nivel de producción anterior. Asimismo, la curva del costo marginal puede resultar afectada y, en condiciones normales, el nivel de producción óptimo será menor que antes. En este caso nunca se

concretará el reemplazo y la disposición a pagar siempre es menor que el costo de reemplazo.

c) Gastos preventivos

A veces no se puede aproximar al valor del beneficio de las mejoras ambientales estudiando los gastos en que las personas están dispuestas a incurrir para evitar los peligros ambientales. En países avanzados, por ejemplo, la gente puede reducir su exposición al ruido gastando dinero en materiales de aislamiento o reducir el riesgo de corrosión de ciertos materiales empleando pinturas especiales, etc.

En países menos desarrollados, mucha gente está dispuesta a pagar por agua embotellada y aparatos de filtración y a instalar pozos privados a fin de evitar los peligros para la salud que representa el agua de una fuente superficial, por ejemplo. Otro caso sería cuando los agricultores incurren en gastos para instalar estructuras de protección contra el atarquinamiento causado por la erosión aguas arriba.

A diferencia del método de costo de reemplazo, el método de gastos preventivos se basa directamente en la observación del comportamiento individual. Las observaciones pueden servir de base para revelar la disposición a pagar para reducir el riesgo de exposición a la contaminación.

Las personas incurren en gastos preventivos para reducir las consecuencias negativas derivadas de la exposición a cierto riesgo ambiental. Aunque normalmente este tipo de gastos son fáciles de medir en términos monetarios, sus beneficios no siempre se pueden cuantificar con facilidad. Estos beneficios están determinados por el carácter incierto del riesgo evitado.

En consecuencia el gasto preventivo puede interpretarse como la disposición a pagar por la reducción del riesgo personal y el valor de los beneficios puede calcularse como la diferencia entre el efecto esperado de la exposición a los riesgos ambientales con estos gastos y sin ellos.

Además, la ausencia o a veces el bajo nivel de estos gastos de un cierto grupo afectado por el riesgo, no puede tomarse como la consecuencia del valor bajo o nulo que la gente asigna a la calidad ambiental. En algunos casos, ello podría obedecer a la falta de información sobre la existencia de tal riesgo (por ejemplo, un grupo de campesinos podría no tener información sobre un plan de gobierno para desviar un curso de agua natural); es decir, es preciso que el riesgo sea percibido para poder evitarlo. También podría obedecer a la falta de información sobre las conse-

cuencias de cierto riesgo (por ejemplo, los campesinos no siempre conocen las consecuencias ambientales de algunas prácticas agrícolas).

Por último, el método de los gastos preventivos sólo puede emplearse para prevenir riesgos evitables en la escala en que se reúna la información (no hay forma de que un campesino pueda evitar las consecuencias de una inundación, pero el gobierno puede hacerlo construyendo un embalse, por ejemplo); en comunidades pobres lo único que cada campesino puede hacer para evitar los riesgos locales a la salud (por ejemplo, un aumento en la incidencia de bilharziasis derivado de los proyectos de riego) es mudarse (pero el gobierno puede usar fungicidas en gran escala o dragar los canales).

d) Gastos de reemplazo o reposición

Consiste en estimar los costos necesarios para reemplazar un activo ambiental deteriorado.

III.6.2 Valoración mediante mercados implícitos

La idea fundamental de este método es que algunos bienes y servicios ambientales sólo pueden consumirse comprando ciertos bienes intercambiados en los mercados convencionales. Si es así las personas pueden revelar sus preferencias de consumir ciertos bienes ambientales comprando determinados bienes que se intercambian normalmente. En este caso los bienes ambientales se consideran indirectamente intercambiados y su valor implícitamente calculado en el comportamiento de los agentes económicos del mercado. En esta categoría se incluyen dos métodos generales: el método del costo de viaje y el método hedónico.

a) El método del costo de viaje

Este método se utiliza sobre todo para estimar la disposición de los consumidores a pagar por bienes recreativos. Así pues, el costo de viaje a un sitio recreativo determinado se usa como medida sustitutiva de su precio. En esos casos es también una medida sustitutiva del valor de uso y no puede considerarse una medida del valor económico total de un determinado sitio (los valores de opción y preservación no pueden estimarse de esta manera).

Este método está muy difundido en los países desarrollados. Algunos autores también encuentran que este método es útil en países en desarrollo, por ejemplo, en la comparación de los beneficios de la preservación y explotación de las zonas silvestres.

El método exige una gran cantidad de información que puede suponer un costo prohibitivo para los países en desarrollo. Estos datos se refieren no sólo al costo tangible del viaje para un cierto grupo de usuarios del sitio, sino también al costo de oportunidad del tiempo que les supone la visita a estos consumidores (cuyo valor también es difícil de calcular en forma confiable). Otro problema es que los gastos del consumidor deben corresponder directamente a la visita al sitio, lo que no siempre es así cuando los usuarios visitan más de un sitio el mismo día o cuando la visita es sólo una de muchas actividades de vacaciones.

b) El método de precios hedónicos

Este método se basa en la idea de que el precio de determinados bienes (como una casa o una extensión de tierra productiva) depende directamente de los atributos que contiene ese bien. En este sentido el primer objetivo del método hedónico es establecer la función del precio total para una serie de características que conforman un bien singular del mercado privado. La teoría económica que respalda las funciones hedónicas se basa en la hipótesis de que todo producto de atributos múltiples es una combinación de características que no pueden comprarse o venderse por separado por falta de mercados formales y precios explícitos.

Por otra parte, estos atributos son la única razón por la que el producto privado tiene algún valor de uso para el consumidor o el productor, y por eso cada transacción puede considerarse una venta global de un grupo de características, de modo tal que el precio de cada uno de los bienes también es un agregado del precio implícito de las características que contiene.

Por ejemplo, el precio de un terreno de tierra depende de ciertos atributos físicos y económicos. Al primer tipo de atributos corresponden la extensión, su inclinación o desnivel, la cantidad de nutrientes disponibles en el suelo, la disponibilidad de agua natural y demás. Al segundo corresponden la infraestructura de transporte, su distancia al mercado, la disponibilidad de instalaciones de almacenamiento, agua de riego, etc.

III.6.3 Valoración Utilizando Mercados Artificiales

En muchos casos no se puede inferir la disposición a pagar a partir del comportamiento actual del individuo en los mercados convencionales o implícitos.

En cambio es posible que los individuos revelen sus preferencias haciendo frente a situaciones hipotéticas o en mercados artificiales. En este caso, se le presenta al entrevistado una serie de informaciones sobre la situación actual y las alternativas de que dispone. Por ejemplo, las praderas comunales del pueblo y la opción de acceso gratuito continuo y el consiguiente deterioro o el pastoreo limitado, controlado por una asociación popular.

Luego el entrevistador hace una pregunta: (oferta inicial): ¿estaría usted dispuesto a pagar un peso por concepto de cuota a una asociación de pastoreo de su pueblo, con el fin de lograr la rehabilitación de los pastizales, según el programa descrito? Según la respuesta, se aumenta o disminuye la oferta hasta obtener una cifra definitiva. Con todas las respuestas se llega al cálculo de una oferta media y a una extrapolación de los resultados de la muestra a la población entera.

a) Valoración contingente⁴²

La valoración contingente, (VC), es el único método que puede revelar el valor total de un bien o servicio ambiental. Este método puede utilizarse cuando no se dispone de otros datos o cuando no son apropiados otros métodos; contrariamente a los demás métodos, su aplicación no sólo sirve para informar sobre el valor de uso, sino también el valor de opción y el valor de preservación o valor de existencia. La valoración contingente puede tropezar con dos tipos de problemas.

Primero, hay una serie de sesgos que intervienen en el cuestionamiento directo sobre la disposición a pagar. Los entrevistados se ubican en una situación hipotética e inusual y su motivación para encontrar o declarar su verdadera disposición a pagar puede resultar afectada en consecuencia. Los entrevistados también pueden creer que su respuesta individual puede afectar a los resultados de la encuesta y tener ciertos efectos sobre un proyecto o decisión determinado; algunos entrevistados (dado que en realidad no van a pagar) pueden hacer una oferta muy alta por algo que quieren; y finalmente los datos seleccionados que se presentan al entrevistado pueden influir en las respuestas. Algunos estudios demostraron que con diferentes cantidades y tipos de información se obtienen diferentes respuestas.

42 IMTA, Evaluación económica y valoración social de los escenarios de manejo de agua superficial en la cuenca Lerma-Chapala, 2003.

Segundo, hay considerable polémica respecto de la diferencia observada entre dos de las medidas de los cambios en el bienestar obtenido con este método. Algunos estudios revelan una diferencia destacable entre la disposición a pagar por una cierta mejora de la calidad ambiental y la disposición a aceptar un deterioro de esta de la misma magnitud. La teoría económica convencional sostiene que ambas cifras debieran ser iguales. Es una cuestión que se presta al debate y un tema importante de investigación actual. Este problema no es privativo de los métodos de valoración contingente; por el contrario, es un problema actual y generalizado del significado económico de los cambios en el bienestar. La única razón por la cual el debate se centra en los resultados empíricos del método de valoración contingente puede encontrarse en el hecho mismo de que este método es el único que está directamente diseñado para obtener una medida (no sustitutiva ni limitada al valor de uso) de los distintos cambios en el bienestar.

Este método es empleado cuando no hay transacciones de mercado que proporcionen información sobre la valoración de los servicios ambientales en estudio. Esta técnica consiste en la realización de encuestas para determinar las preferencias de la gente respecto a un bien ambiental perfectamente definido y a partir de estas estimar cuánto están dispuestos a pagar o a aceptar como compensación por el mejoramiento o deterioro de la calidad ambiental del mismo.

a. Metodología de la valoración contingente (MVC)

Se basa en la construcción de un mercado hipotético en el que normalmente los individuos deben expresar su Máxima Disposición a Pagar (DAP) por un cambio en la calidad o cantidad de los activos generalmente ambientales.

A pesar de tener varias limitaciones, tanto en su diseño como en su implementación e interpretación, esta metodología está adquiriendo popularidad para la valoración de una amplia gama de bienes y servicios naturales y ambientales por su flexibilidad y facilidad de uso, sobre todo cuando no existe información al respecto.

En la siguiente tabla pueden observarse las distintas fases de un estudio de VC, de acuerdo a las especificaciones del NOAA Panel⁴³ y de Riera⁴⁴.

Tabla III.2 Fases en un ejercicio de valoración contingente

| Fases | |
|-------|--|
| 1 | Definir con precisión lo que se desea valorar en unidades monetarias |
| 2 | Definir la población relevante |
| 3 | Concretar los elementos de simulación de mercado |
| 4 | Decidir la modalidad de la entrevista |
| 5 | Seleccionar la muestra |
| 6 | Redactar el cuestionario |
| 7 | Realizar las entrevistas |
| 8 | Explotar estadísticamente los resultados |
| 9 | Presentar resultados |

La MVC se fundamenta en la teoría de la elección racional del consumidor, es decir, se supone que los individuos realizan decisiones de consumo que maximizan su nivel de bienestar.

Finalmente, es importante señalar que, a pesar de las ventajas que presenta la MVC, ésta ha sido objeto de numerosas críticas como consecuencia de los posibles sesgos que pueden aparecer durante su implementación. Estos son, entre otros, los que ocurren debido al carácter hipotético del mercado, los derivados del posible comportamiento estratégico de los entrevistados, como el “free rider”⁴⁵, y otros relacionados con el diseño del mercado. Por ello, es necesario evitar en lo posible cualquier tipo de sesgo para poder obtener de las personas unas respuestas honestas en su apreciación de valoración económica de los recursos ambientales.

La función que desempeña el método de la valoración contingente en el análisis costo-beneficio es la de determinar el valor ambiental de los beneficios provistos por los bienes ambientales, que no pueden observarse en el mercado. Por ello, el precio que se pretende obtener de las respuestas de la encuesta es el máximo que se estaría dispuesto a pagar por un determinado bien.

b. Zonas de estudio

La información obtenida a través de la encuesta permitirá el cálculo de indicadores para la población que mantiene una relación de dependencia con el proyecto. El tamaño de la muestra se determinará con base en la población de estu-

43 National Oceanic and Atmospheric Administration, “Report of the NOAA Panel on Contingent Valuation”, January 1993.

44 Riera, Pere, “Manual de Valoración Contingente”, Instituto de Estudios Fiscales, 1994.

45 En economía, negociación colectiva, psicología y ciencias políticas, “free riders” son aquellos que consumen más de su cuota justa de un cierto recurso, o que aportan menos de la parte equitativa de los costos de producción de un determinado bien. El problema del “free rider” estriba en cómo prevenir que estos ilícitos se lleven a cabo, o al menos limitar sus efectos negativos.

dio, para lo cual existen fórmulas estadísticas que se pueden utilizar de acuerdo al nivel de confiabilidad requerido.

c. Cuestionario

Al crear un mercado hipotético el investigador intenta simular mediante el procedimiento de encuesta un mercado real. Por lo tanto debe definir la cantidad del bien, la forma de provisión del mismo, la forma de pago y debe optar por alguna de las varias fórmulas de presentación de la pregunta sobre disposición a pagar.

En el diseño del cuestionario es necesario proporcionar al entrevistado la información sobre el bien que se pretende valorar de modo que éste pueda conocer el problema que se está tratando; sin olvidar exponer claramente el cambio sugerido o propuesto en el medio ambiente, por el cual el individuo estaría pagando. Posteriormente, el cuestionario debe abordar la formulación de la pregunta sobre la disposición a pagar. Para ello debe quedar claro el formato de las preguntas de DAP, el vehículo y la frecuencia del pago. Finalmente, se obtiene información sobre las características socioeconómicas de los entrevistados con el objeto de poder estimar una función de utilidad, donde la DAP declarada esté explicada por esas mismas características y otras variables relevantes.

Uno de los puntos más importantes, y controvertidos, en la formulación de preguntas en la DAP, es la elección del formato de extracción de la disposición a pagar, es decir, si la pregunta sobre la DAP es abierta ¿cuánto es lo máximo que usted pagaría?, dicotómica responder “sí” o “no” a una determinada cantidad propuesta o una combinación de ambas, formato mixto. El formato binario ha sido el más popular en la literatura de valoración contingente. Este formato, que también se conoce como formato referéndum o de licitación, consiste en plantear a la persona entrevistada una determinada combinación del bien y costo, a la que debe responder si acepta o no. Al respecto, el Panel NOAA (1993) determinó que el formato dicotómico puede eliminar muchos de los sesgos que aparecen con el formato abierto, por lo que se considera el más recomendable.

d. Pruebas piloto

Entre las recomendaciones más importantes del Panel NOAA para la aplicación de un estudio de valoración contingente se encuentra la aplicación de una encuesta piloto (Pre-test). El objetivo principal de una encuesta piloto es probar el instrumento de extracción de la DAP (cuestionario) en el campo para identificar:

El grado de comprensión y aceptación que la gente manifiesta respecto a la redacción de las preguntas del cuestionario.

- Algunas manifestaciones de las diversas clases de sesgos documentados.
- La actitud de los encuestados en la sección de DAP y los valores generados a partir de los distintos puntos de partida.
- Dificultades logísticas que se pudieran presentar en campo durante la encuesta definitiva.
- Los tiempos reales de aplicación del cuestionario con fines logísticos y de planeación de la encuesta.

A partir de esta información se llevan a cabo modificaciones en el cuestionario y/o en la planeación de las actividades con el objeto de obtener como resultado de la encuesta definitiva una base de datos lo más completa y útil posible.

e. Encuesta de campo

Se realizan las encuestas en campo, una vez adecuada la encuesta piloto

f. Base de datos

Una vez diseñado el cuestionario definitivo, y realizadas las entrevistas, el siguiente paso es la captura de información contenida en los cuestionarios a una base de datos manejable con programas estadísticos.

Una vez capturados los datos, se lleva a cabo el análisis para refutar la veracidad, falsedad y confiabilidad de la de la información. Se estiman los principales indicadores estadísticos como la frecuencia, media, mediana, moda, varianza, mínimo, máximo y rango de las variables de mayor interés. Estos cuadros estadísticos servirán para caracterizar la muestra, y al compararla con la población se obtendrán pruebas consistentes de la representatividad de la misma, y también permitirán realizar las inferencias necesarias a la población de involucrada. Como resultado de estos análisis se determina el valor de la DAP escogiendo como medida de agregación la media.

Algunas personas encuestadas rechazan dar una respuesta a la pregunta de disposición a pagar o dan cero como valor, cuando en realidad éste es distinto de cero. Para simplificar, en general estas respuestas se referirán como respuestas de protesta (aquellas que dan un valor cero cuando en realidad el valor verdadero es positivo). En estos casos, puede que la no respuesta venga influida por algún defecto en la redacción del cuestionario, o como una forma de protesta contra alguna idea particular del entrevistado. Por lo tanto, en el caso de las respuestas cero, se debe entender que no todos los valores cero son de protesta. Para discriminar los

cero genuinos de los de protesta es aconsejable incluir a continuación de la pregunta de disponibilidad a pagar una que intente averiguar el porqué se ha dado el valor que se sospecha es de protesta.

Así, en el análisis de datos se podrá determinar la decisión de cuáles ceros incluir o excluir en el cálculo del resultado agregado.

III.6.4 Conclusiones

Todos los problemas analizados hasta ahora tienen un denominador común: se refieren al problema general de tomar en cuenta los aspectos ambientales en la adopción de decisiones sociales al nivel de un proyecto de inversión cualquiera.

Como ocurre en el análisis costo-beneficio convencional, esperaríamos derivar ciertas reglas prácticas para aplicarlas en el análisis de cualquier proyecto con relativa independencia de los demás proyectos u otras decisiones económicas. Sin embargo, aunque podamos resolver satisfactoriamente todos los problemas antes presentados, queda el problema de garantizar la coordinación de cada una de las decisiones de inversión, de modo tal que la completa asignación de los recursos no perjudique nuestro bienestar futuro o el de las generaciones venideras. Esta es la tesis fundamental del desarrollo sustentable.

Por lo anterior, en el presente subcapítulo hemos presentado el problema general de extender la actual metodología de análisis costo-beneficio a fin de poder considerar el impacto ambiental de los proyectos de desarrollo.

La conclusión principal es que los métodos de análisis costo-beneficio pueden ser un instrumento muy útil para abordar la gestión del medio ambiente de manera racional y sustentable, siempre que podamos resolver tres problemas fundamentales:

a. El primero, que surge de la naturaleza misma de la metodología propuesta, el cómo calcular correctamente el valor de los recursos naturales y ambientales.

Tales valoraciones deberían comprender todos los servicios que presta el medio ambiente, incluidos los que no provocan flujo de caja alguno o los que no pasan por mercado organizado alguno. Como se ha visto, la teoría económica de los efectos externos y los recursos comunes proporciona un grupo de técnicas para la valoración económica del impacto ambiental de los proyectos de desarrollo y, aunque continúan algunos debates teóricos sobre el significado exacto de los resultados obtenidos con estas técnicas, su aplicabilidad es algo que puede explorarse (y desarrollarse) en ciertos proyectos.

b. El segundo problema es reconocer la especificidad de los activos naturales y ambientales, que son diferentes de los bienes de consumo o los factores de producción comunes, lo que incluye primero la difícil cuestión de cómo abordar la irreversibilidad cuando los activos ambientales son irremplazables.

Se debe estar en condiciones de afrontar el hecho de que el valor de los bienes ambientales no sólo obedece a su uso como bien de producción o consumo; los bienes ambientales también son valiosos debido a las opciones que representan para las generaciones actuales y futuras y por su propia existencia (desarrollo sustentable).

Se tiene el problema de que los bienes y servicios ambientales están sujetos a tipos especiales de incertidumbre que cuestionan la validez de aplicar el criterio común de aversión al riesgo cuando se analizan proyectos desde una perspectiva social. La existencia de incertidumbre en cuanto a los efectos públicos ambientales es un argumento en favor de la aplicación de criterios de aversión al riesgo en las decisiones de inversión pública (Principio de Prevención).

c. El tercer problema es garantizar que cada decisión de inversión adoptada por agentes privados y públicos esté coordinada de manera tal que las acciones actuales no reduzcan el bienestar de las generaciones futuras.

Se trata de una tarea muy ambiciosa que constituye un área de oportunidad muy importante a incluir dentro de las teorías del crecimiento económico. Además, se pueden usar criterios de sustentabilidad que permitan mantener o mejorar el capital natural en el proceso de adopción de decisiones, los que deberían afianzarse con la aplicación de reglas de aversión al riesgo.



IV. Anexos

Anexo A. Obtención de la curva de demanda del agua respecto al precio

A.1 Conceptos generales

El agua es considerada un bien económico, escaso con diferentes usos y que existe en forma muy limitada en el mercado.

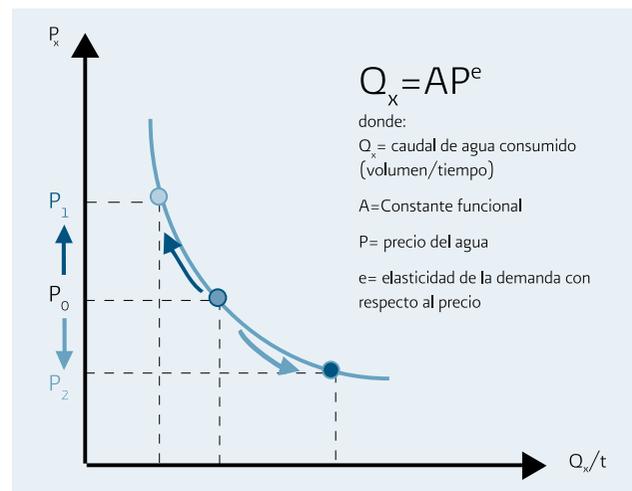
La población tiene diferentes hábitos de consumo de acuerdo a sus niveles socioeconómicos, ingresos, geografía, condiciones climáticas además de que observa diferentes precios del agua, por lo que el valor que le pueda asignar a la misma varía considerablemente en cada núcleo de población. Por otro lado, se observa que las personas que llegan a pagar más por el agua, son las de menores recursos.

Ante la necesidad de evaluar los proyectos de agua potable y analizar su impacto en la población, la teoría económica ha desarrollado una herramienta para determinar dicho valor.

Aunque existen diversos factores que afectan el consumo de un producto, como son el precio del bien, el precio de bienes sustitutos y complementarios, el ingreso del consumidor y otros factores diversos. En el consumo del agua se ha observado que los principales factores que lo afectan son el precio, el clima, la disposición de alcantarillado y el ingreso familiar; indudablemente el factor de afectación

fundamental es el precio, por lo que la función de demanda usualmente se obtiene con base en dicha variable y se suponen constantes los demás factores.

Figura A.1 Curva de demanda de agua potable



En la figura A.1 se presenta en forma gráfica la ecuación que describe la función de la demanda para un consumidor mediante una curva hiperbólica, en la cual se muestra

que un incremento en el precio disminuye el consumo y viceversa.

Existe el concepto económico denominado elasticidad, el cual representa la variación porcentual que tendrá el consumo ante la variación porcentual del precio.

$$e_{\text{precio/agua}} = \frac{\Delta Q / Q}{\Delta P / P}$$

donde:

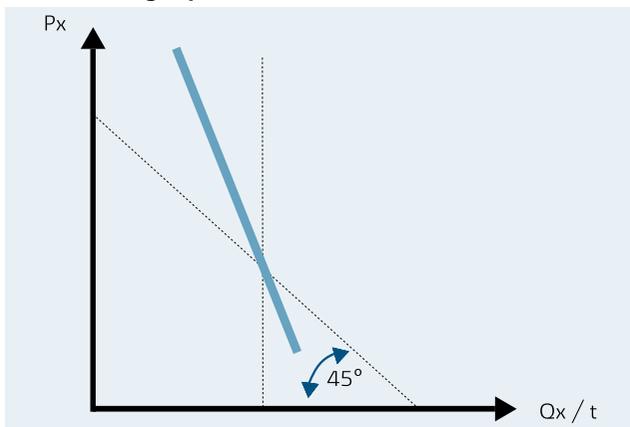
$e_{\text{precio/agua}}$ elasticidad precio de la demanda de agua,

ΔQ es el cambio porcentual en la cantidad demandada de agua, y

ΔP es el cambio porcentual en el precio del agua.

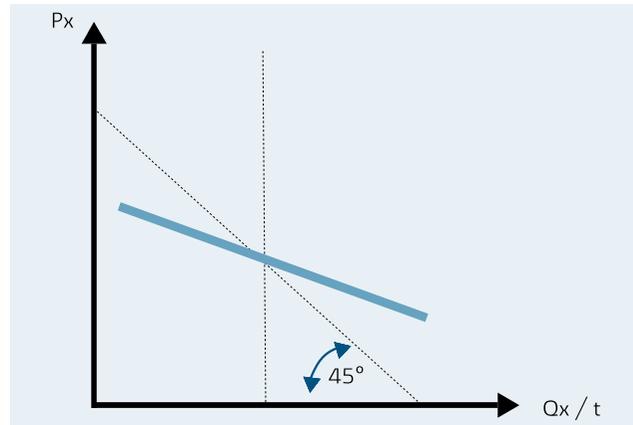
Sin embargo, la experiencia práctica en nuestro país indica que un usuario que cuenta con servicio formal de agua potable y acorde a sus necesidades, tiende a un comportamiento inelástico en su demanda, es decir que los cambios en el precio tienen un impacto poco significativo en el consumo del agua, lo cual se representaría como una línea tendiente hacia la vertical o semiparalela a eje de las ordenadas de la figura A.2. De hecho se han observado incrementos de entre 20 y 30% en la tarifa de algunas ciudades del país y el consumo doméstico no ha presentado variaciones significativas.

Figura A.2 Comportamiento tendiente a inelástico de la demanda de agua potable



En cambio, en habitantes que no cuentan con servicio formal de agua o tienen problemas en el suministro, como baja presión y tandeos o que recurren a métodos alternativos mucho más caros como el abastecimiento mediante agua en pipas, tienden a incrementar su consumo en forma significativa con el decremento del precio observado, lo cual se observa en la figura A.3.

Figura A.3 Comportamiento tendiente a elástico de la demanda de agua potable



Las dos gráficas anteriores tienen una explicación muy simple. Al ser un bien indispensable para la vida humana, y experimentar una ausencia o escasez de dicho bien, el usuario tiende a incrementar notablemente su consumo al disminuir el precio observado, comportamiento tendientemente elástico, y una vez que llega al consumo que desea de acuerdo a diversos factores como el nuevo precio observado, clima y nivel socioeconómico y satisfacción de necesidades, su consumo ahora tiende a ser inelástico con un impacto poco significativo de la tarifa.

A.2 Disposición a pagar (DAP)⁴⁶

En la medición de la rentabilidad de los proyectos de agua potable, el enfoque se sustenta en valorar la disponibilidad adicional de agua, que permite un proyecto, a través de la máxima disposición a pagar (DAP) por ella por los consumidores. Según los principios de la teoría del comportamiento del consumidor esta máxima disposición a pagar se puede aproximar por el área bajo la curva de demanda de agua potable entre las cantidades consumidas con y sin proyecto.

La DAP es una medida monetaria del cambio en bienestar de un consumidor que tiene acceso a unidades adicionales del bien en cuestión. Se define como el máximo monto de ingreso que el consumidor estaría dispuesto a gastar con tal de obtener dichas unidades adicionales.

La curva de demanda se define como el máximo precio que se está dispuesto a pagar por cada unidad adicional del bien. Equivalentemente, es la máxima cantidad que se está dispuesto a consumir del bien dado su precio. A diferencia

46 MIDEPLAN, Metodología de Evaluación de Proyectos de Abastecimiento de Agua Potable del Ministerio de Planificación y Cooperación de Chile.

de la evaluación privada o financiera de proyectos, la DAP supera el pago que efectivamente se hace a través de la tarifa. Esta diferencia entre la DAP y lo que efectivamente se paga se conoce por excedente del consumidor. La evaluación económica de proyectos reconoce este excedente como parte de los beneficios del proyecto, aunque no represente una transferencia de dinero (pago) entre el que ofrece el servicio y quién lo recibe.

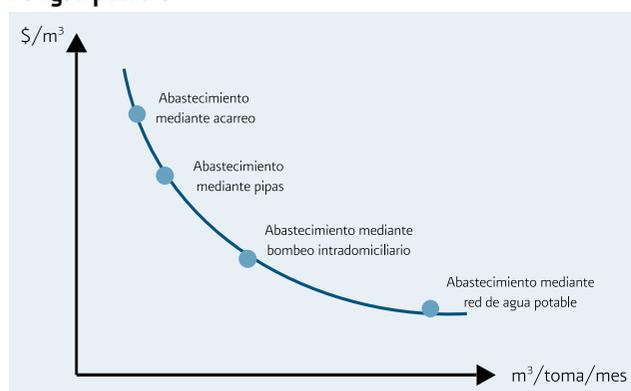
El uso del concepto de DAP como medida de beneficios supone:

- Los consumidores están perfectamente informados de las características del bien que se les ofrece y consumen,
- Las preferencias de los consumidores son lo único relevante para valorar los beneficios de disponer del bien,
- Estos entes económicos buscan maximizar su nivel de bienestar, dado el nivel de ingreso que disponen.

Por ello, el comportamiento observado de consumo y su relación con el precio permite revelar el valor que tiene para un consumidor el disponer de unidades adicionales del bien. Dado su precio de venta, el valor para el consumidor de la última unidad consumida debe ser equivalente a dicho precio. Si fuera mayor consumiría unidades adicionales. Si fuera menor reduciría su consumo para efectos de incrementar su bienestar.

La relación precio-cantidad de los diferentes medios de abastecimiento en la población permite definir la curva de demanda tal como se señala esquemáticamente en la figura A.4.

Figura A.4 Costo de los diferentes modos de abastecimiento de agua potable



El ingreso familiar tiene un efecto positivo significativo sobre el consumo de agua, aunque buena parte de ello se refleja en la disponibilidad en la vivienda de artefactos o instalaciones consumidoras de agua. El consumo de agua se

ve directamente afectado por la disponibilidad de alcantarillado y la presencia de enceres domésticos o instalaciones domiciliarias en dicho consumo.

Entre otros factores que normalmente se reconocen afectan el consumo de agua residencial se encuentran:

- El tamaño de la familia, es decir el número de personas que habitan la vivienda, por el efecto obvio del consumo individual sobre el total,
- Las características climáticas promedio o estacionales del lugar en que se ubica la vivienda dada la importante asociación proporcional entre temperatura ambiente y requerimientos de agua para bebida y hábitos de higiene,
- Factores de tipo cultural que determinan los hábitos de uso del agua.

A.3 Medidas de optimización de un proyecto de agua potable

De acuerdo a la literatura disponible, una medida de optimización natural para los proyectos de agua potable podría ser la incorporación de un programa que permita establecer una tarifa de costo marginal de corto plazo, o bien una tarifa de costo marginal de largo plazo, mismas que incorporen el costo de oportunidad del agua potable.

Desde el punto de vista teórico, debe existir un esfuerzo significativo de las autoridades de los organismos operadores por lograr esto, sin embargo, dado que la aprobación de los esquemas de cobro están ligados generalmente a las decisiones de los Congresos de los Estados (recordemos que el organismo operador es un monopolio natural pero sin autoridad sobre la determinación de las tarifas), y dado que el análisis tarifario generalmente no se realiza con criterios técnico-económicos, actualmente se considera que en la mayoría de los casos es irreal un escenario donde la población observe en la tarifa el costo marginal del agua y por ende ajustar su consumo, por ello se debe tener cuidado, pues de lo contrario, con una demanda así definida se estaría trabajando muy alejados de la realidad.

No obstante, hay que reconocer la importancia de que sean considerados dichos criterios en la tarificación, ya que de acuerdo con la experiencia internacional pueden implementarse criterios de costo marginal de corto y largo plazo, lo cual tendría como resultado una mejor recaudación, un mejor servicio y el consumo ajustado a lo que realmente cuesta el agua.

Dada su importancia y complejidad, esta es una metodología que debe de buscar adoptarse, pero de acuerdo a

la definición de medidas de optimización como procesos en marcha o de bajo costo que permitan no atribuirle beneficios al proyecto, ésta debe de considerarse como un proyecto de inversión independiente y no como optimización.

A continuación, y en forma enunciativa, se sugiere un listado de la información requerida para analizar la aplicación de un proyecto de tarificación como una medida de optimización, en caso de que la mayoría de las respuestas sean en sentido negativo o no se cuente con la información necesaria, es recomendable considerarlo como un proyecto independiente.

Por lo anterior, si este es un proyecto alterno, la disminución de pérdidas sigue siendo la principal medida de optimización.

| | | | |
|----|---|----|----|
| 1 | El organismo operador cuenta con macromedición en al menos el 80% del volumen de las fuentes de extracción | SÍ | NO |
| 2 | El organismo operador cuenta con micromedición en al menos el 90% de las tomas industriales | SÍ | NO |
| 3 | El organismo operador cuenta con micromedición en al menos el 90% de las tomas comerciales | SÍ | NO |
| 4 | El organismo operador cuenta con micromedición en al menos el 80% de las tomas domésticas | SÍ | NO |
| 5 | El organismo operador cuenta con un sistema de actualización de su padrón de usuarios | SÍ | NO |
| 6 | El porcentaje de usuarios con cobro de acuerdo a su consumo mensual es al menos del 80% | SÍ | NO |
| 7 | El porcentaje de cartera vencida del organismo operador es inferior al 30% | SÍ | NO |
| 8 | El organismo operador está facultado para aprobar sus propias tarifas de cobro o al menos puede proponerlas y ha existido una respuesta positiva por parte de las autoridades estatales | SÍ | NO |
| 9 | El organismo operador cuenta con sistemas de información que permitan determinar el costo de operación, mantenimiento e insumos para la prestación del servicio de agua de acuerdo al tipo de fuente de captación | SÍ | NO |
| 10 | El organismo operador está facultado y tiene recursos (materiales y personales) para llevar a cabo el corte del suministro de agua intradomiciliaria o bien su reducción. | SÍ | NO |
| 11 | El organismo operador tiene definidas sus metas a largo plazo y un estimado de las acciones e inversiones necesarias para dichos objetivos | SÍ | NO |
| 12 | La diferencia entre la Tarifa Marginal a Largo Plazo estimada y la actual supera el 20 o 30% | SÍ | NO |
| 13 | Existe un comportamiento histórico de aceptación al pago por parte de los usuarios ante los incrementos tarifarios | SÍ | NO |

En el Anexo B se incluye una amplia explicación sobre la tarificación a corto y mediano plazo y su aplicación.



A.4 La curva de demanda de agua potable

La curva de demanda se puede obtener de tres maneras:

- Conociendo un punto y con una elasticidad de la demanda dada,
- Mediante una recta, conociendo dos puntos de equilibrio, y
- Empleando métodos econométricos.

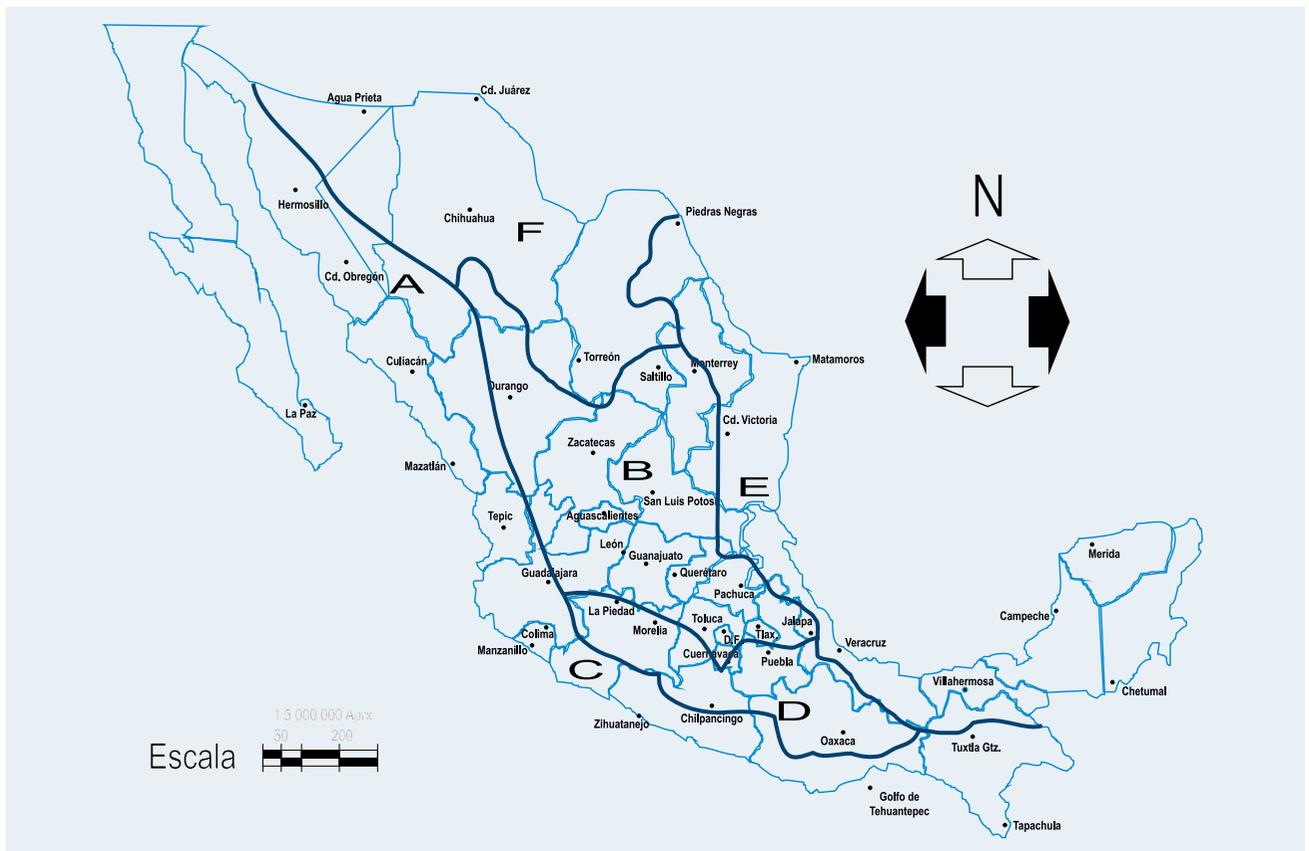
La tercera forma no es común que se utilice debido a la complejidad para obtener una función con significancia estadística⁴⁷ y a la cantidad de información requerida, sin embargo se da una breve explicación de su obtención.

47 Nivel de significancia o nivel de significación. El nivel de significancia o de significación indica que los datos no son debidos al azar o casualidad, sino que los resultados son debidos al experimento propiamente. También existen términos como de valor alfa (nivel de significancia estadística) y valor beta (probabilidad de no detectar un valor real).

Obtención de la Curva de Demanda con la Determinación de un Punto y la Elasticidad

Para esta metodología se cuenta como apoyo con el “Estudio de obtención de curvas de demanda de agua potable, mediante la aplicación directa en encuestas en 24 localidades del país” contratado por CONAGUA en 1990, en el que se regionalizó la República Mexicana para realizar el trabajo de campo y obtener curvas de demanda particulares. Actualmente se pueden utilizar si se considera la actualización de los demás parámetros que se utilizaron para las curvas. La regionalización definida en el estudio es la siguiente:

Figura A.5 Regionalización nacional para el estudio de demandas



Para estas seis regiones se obtuvieron las siguientes ecuaciones:

| | |
|---|--|
| Región A (clima seco): | $Q = 43.744 \cdot P - 0.12389 \cdot N + 0.26940 \cdot A - 1.2310$ |
| Región B (seco templado y verano cálido): | $Q = 21.75 \cdot Y - 0.1712 \cdot P - 0.4329 \cdot N - 0.17088 \cdot A - 0.623$ |
| Región C (tropical o templado lluvioso): | $Q = 1756.116 \cdot Y - 0.09801 \cdot P - 0.4765 \cdot N - 0.02826 \cdot A - 0.0715$ |
| Región D (templado tropical subhúmedo): | $Q = 58.7549 \cdot Y + 0.0915 \cdot P - 0.3566 \cdot N - 0.0241 \cdot A - 1.3781$ |
| Región E (tropical lluvioso) | $Q = 294.69 \cdot Y - 0.09832 \cdot P - 0.2915 \cdot N - 0.2797 \cdot A - 0.7649$ |
| Región F (climas extremos) | $Q = 107.582 \cdot Y + 0.13938 \cdot P - 0.4707 \cdot N - 0.1276 \cdot A - 0.7748$ |

Es decir, se obtuvieron ecuaciones de curvas hiperbólicas de la forma:

$$Q = K \cdot A^a \cdot N^h \cdot Y^i \cdot P^e$$

donde:

- Q Consumo por toma al año, expresado en m³,
- K Es una constante,
- A Es una variable binaria que indica la presencia o ausencia de alcantarillado en la vivienda, que, para el caso de este estudio se considera 1,
- a Es la elasticidad relativa al alcantarillado,
- N Es el índice de hacinamiento o número de personas por vivienda,
- h Es la elasticidad relativa a los habitantes por vivienda,
- Y Es el ingreso promedio anual por vivienda, el cual varía según el rango socioeconómico,
- i Es la elasticidad ingreso, la cual requiere ser ajustada en este estudio para poder representar el efecto en cada nivel socioeconómico,
- P Es el precio por metro cúbico consumido, y
- e Es la elasticidad precio de la demanda

Se puede analizar el proyecto considerando que existen diferentes estratos económicos o uno promedio doméstico. A continuación se ejemplifican estos dos tipos de análisis con estudios elaborados en el 2006 y 2007.

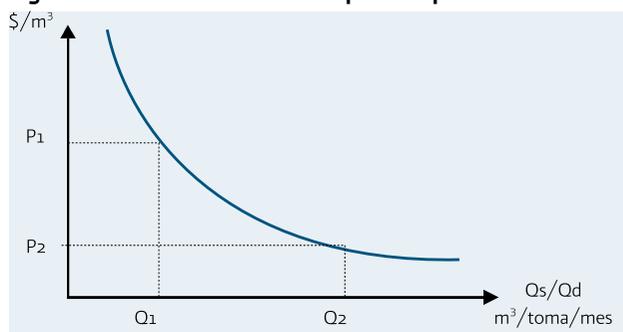
a) Análisis por Estrato Doméstico Promedio⁴⁸

Lo que se hace es construir una curva de disponibilidad a pagar por el agua, en la cual a un mayor precio (P₁) los usuarios o consumidores del bien tienen un menor consumo (Q₁), como es el caso de las zonas que carecen de servicio formal de agua potable, pero al tener un menor precio (P₂) y un mejor servicio (conexión a la red), tenderán a consumir un mayor volumen (Q₂). Ver representación gráfica en figura A.6.

La teoría económica nos dice que considerando el precio se obtiene el volumen de agua que se está dispuesto a consumir y con base en eso se puede determinar la demanda de la localidad, pero debido a las distorsiones de la tarifa, subsidios cruzados entre usuarios y una oferta restringida por condiciones hidrológicas, es mejor partir de un análisis de consumos en zonas con micromedición, sin restricciones de consumo y de estrato socioeconómico representativo para determinar los consumos de proyectos y de ahí partir

para calcular la demanda (un análisis de consumo a tarifas vigentes y sin restricciones).

Figura A.6 Curva de demanda respecto al precio



Como se había mencionado, para el cálculo de la curva de demanda empleando la elasticidad y un punto mediante una curva obtenida de una función de tipo hiperbólica que se considera representa de una manera adecuada la disposición a consumir agua a distintos precios.

Para caracterizar el comportamiento de la demanda del agua, se consultó el estudio denominado "Determinación de la curva de demanda de agua potable de las ciudades de Tijuana, Ensenada, Mexicali y su Valle, B. C." que se formuló para la Comisión Nacional del Agua en 1999 (para esta metodología, se puede utilizar la elasticidad del estudio de CONAGUA de 1990). El documento citado describe las funciones de demanda de agua potable para usuarios domésticos.

La ecuación general de la curva hiperbólica para la ciudad de Tijuana, es la siguiente:

$$Q = Y^i \cdot N^n \cdot P^e$$

donde:

- Q Consumo por toma al mes, expresado en m³,
- N Es el número de personas por vivienda,
- n Es la elasticidad relativa a los habitantes por vivienda que equivale a 0.0865835, para el estrato doméstico en promedio,
- Y Es el ingreso promedio anual por vivienda, el cual varía según el rango socioeconómico,
- i Es la elasticidad ingreso,
- P Es el precio por metro cúbico consumido, y
- e Es la elasticidad precio de la demanda que equivale a -0.459173 para domésticos de estrato medio. En este caso se cuenta con un estudio particular para la ciudad

De la anterior ecuación se procedió a simplificarla eliminando mediante agrupación los términos de hacinamiento

48 CONAGUA "Estudio de evaluación socioeconómica del proyecto de reuso de las aguas residuales tratadas de Tijuana, B.C.", 2007.

e ingreso en una sola constante F , dicha constante se determinó a partir de un punto conocido de precio y consumo para usuarios con micromedición y por tanto sin cuota o tarifa fija, empleando la siguiente ecuación:

$$Q = F \cdot P^e$$

De donde, la constante resulta:

$$F = \frac{Q}{P^e}$$

Para la determinación de un punto que represente la situación actual del consumo doméstico ante la tarifa, la mejor alternativa la representa la facturación, tanto en metros cúbicos como en pesos, ya que esto indica cuanto se está cobrando a este tipo de usuarios.

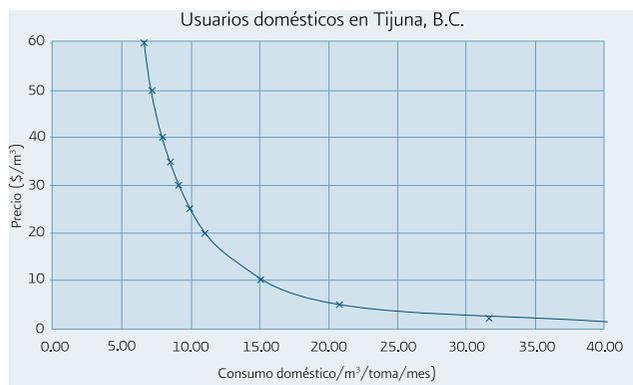
Lo cual da una tarifa media facturada en el sector doméstico de 11.09 \$/m³. Para el consumo se utilizó el valor de 14.39 m³/toma/mes que también se obtiene de la facturación, por lo que resulta un valor de 43.4474 para la ecuación.

La ecuación queda de la forma:

$$Q = 43.4474 P^{-0.459173}$$

Dicha curva servirá para obtener los beneficios de mayor consumo. La ecuación anterior se graficó para los usuarios domésticos considerando el consumo unitario.

Figura A.7 Curva de demanda para usuarios domésticos



b) Análisis por Estratos Domésticos de acuerdo a su nivel socioeconómico⁴⁹

Se parte de que el análisis se hará utilizando distintos niveles socioeconómicos para los usuarios de tipo doméstico, ya que a cada nivel le corresponde una curva de demanda

49 UAG "Estudio de evaluación socioeconómica del proyecto Arcediano para abastecimiento de agua potable a la ZCG", 2006.

distinta, dado que el nivel de ingresos afecta la disponibilidad a pagar por el agua.

El proceso general consiste en determinar un punto de la demanda para cada uno de los niveles socioeconómicos (popular, medio y alto o residencial), aplicar los factores estimados por la CONAGUA para curvas hiperbólicas, para así ajustar la elasticidad precio conforme al punto obtenido.



Posteriormente, se define un factor constante que agrupa los factores de ingreso, hacinamiento y alcantarillado de la ecuación, ya que las únicas variables que son afectadas por el proyecto son el precio y el consumo. Este punto se calcula, para cada nivel, a partir de los datos de facturación del organismo operador, donde se agrupan por rango de consumo conforme una proporción de usuarios (ver tabla A.1).

A partir del agrupamiento se obtiene el promedio ponderado de la tarifa promedio pagada por metro cúbico. Por lo tanto, al contar con el consumo y con el precio, se tiene un punto en la curva para cada nivel socioeconómico.

Por otra parte se debe analizar el factor ingreso, ya que es necesario determinar el nivel de ingreso familiar por

estrato, para lo cual se estudia la distribución de salarios en la Población Económicamente Activa (PEA), así como el número de personas ocupadas. A partir del número de personas ocupadas en cada nivel de ingreso según su rango de salario y el número de tomas considerados por el Organismo Operador en cada nivel socioeconómico, se calcula el índice de personas ocupadas y que reciben un ingreso por familia, bajo el supuesto de que cada familia cuenta con una toma de agua. Este índice sirve para calcular el ingreso por vivienda anual, que es aplicado en la fórmula que define su curva (ver tabla A.2).

50 SM, Salario Mínimo general vigente en la zona de estudio.

Tabla A.1 Rangos, consumo y precio promedio ponderado, agrupados por nivel socioeconómico

| Nivel socioeconómico | Rango | Total tomas | Miles m ³ | Consumo medio mensual m ³ /toma/mes | Consumo prom. POND/nivel m ³ /toma/mes | | Cuota fija | Pago mens. (Cuota fija + \$3.55/m ³) | \$/m ³ | \$/m ³ prom. Pond. |
|----------------------|----------|----------------|----------------------|--|---|------|------------|--|-------------------|-------------------------------|
| Dom. Popular | 0-17 | 489 329 | 48 753 | 9.3 | 9.3 | 9.3 | \$0.0 | \$33.11 | \$3.55 | \$3.55 |
| Dom. Medio | 18-30 | 174 359 | 45 682 | 24.5 | 24.5 | 24.5 | \$0.0 | \$87.08 | \$3.55 | \$3.55 |
| Dom. Alto | 31-60 | 63 445 | 29 158 | 43.0 | 37.5 | 60.2 | \$130.00 | \$282.74 | \$6.57 | \$6.79 |
| | 61-100 | 7 009 | 6 657 | 88.9 | 8.6 | | \$420.00 | \$735.65 | \$8.27 | |
| | 101-250 | 2 014 | 7 067 | 328.5 | 9.1 | | \$1 525.00 | \$2 691.01 | \$8.19 | |
| | 251-1000 | 252 | 3 864 | 1 437.5 | 5.0 | | \$4 500.00 | \$9 603.13 | \$6.68 | |
| Total | | 736 409 | 141 181 | | | | | | | |

Tabla A.2 Niveles de ingreso para la ZCG

| PEA 2002 | Popular | | | | | | Media | | Alta |
|-----------------------------------|------------------------|----------------|---------------|---------------|---------------|-----------|----------------|----------------|---------------|
| | 2 a 3 SM ⁵¹ | 1 a 2 SM | 0.5 a 1 SM | NO RECIBE | 0 a 0.5 SM | 1 SM | 3 a 5 SM | 5 a 10 SM | Más de 10 SM |
| Guadalajara | 188 637 | 168 878 | 27 500 | 19 604 | 10 718 | 4 | 122 312 | 75 965 | 30 046 |
| Ixtlahuacán de los M | 2 292 | 2 074 | 302 | 170 | 153 | 0 | 1 248 | 460 | 306 |
| Juanacatlán | 1 136 | 1 125 | 152 | 103 | 86 | 0 | 673 | 298 | 240 |
| Salto, el | 9 271 | 9 206 | 884 | 530 | 509 | 0 | 4 272 | 1 607 | 1 120 |
| Tlajomulco de zúñiga | 14 764 | 13 211 | 1 728 | 1 232 | 928 | 0 | 5 437 | 2 243 | 1 802 |
| Tlaquepaque | 54 737 | 53 820 | 4 339 | 4 326 | 2 820 | 9 | 28 378 | 12 274 | 6 992 |
| Tonalá | 38 895 | 36 472 | 4 975 | 3 794 | 2 497 | 0 | 20 480 | 8 370 | 7 362 |
| Zapopan | 100 363 | 92 905 | 14 182 | 12 389 | 5 989 | 0 | 71 578 | 53 711 | 31 414 |
| Total | 410 095 | 377 691 | 54 062 | 42 148 | 23 700 | 13 | 254 378 | 154 928 | 79 282 |
| Población por nivel | 907 709 | | | | | | 409 306 | | 79 282 |
| Proporción por nivel | 65.0% | | | | | | 29.3% | | 5.7% |
| Ingreso por nivel | 77 260 271 | | | | | | 102 783 900 | | 74 778 782 |
| Ingreso anual por persona ocupada | 31 067 | | | | | | 91 658 | | 344 268 |
| SM a diciembre 2005 (zona B) | 47.16 | | | | | | | | |

Fuente: INEGI.

Para esta información, además del INEGI, se tiene como fuente la Asociación Mexicana de Agencias de Investigación (AMAI), que tiene un mayor desglose de los estratos (ver tabla A.3).

Para corroborar la correspondencia entre proporción de número de tomas por rango de consumo y niveles socioeconómicos se muestra en la tabla A.4.

A continuación se muestra el tabulado de los datos necesarios para las curvas de cada nivel socioeconómico analizado, excepto el factor ingreso (Y). El consumo mensual se obtuvo del promedio ponderado de una toma, por nivel socioeconómico, mencionado con anterioridad (ver tabla A.5).

51 El número de personas ocupadas por familia, según su nivel socioeconómico se calculó a partir de la PEA y del número de tomas considerado para cada nivel.

Una vez obtenidos los datos para cada una de las tres curvas, se procedió a sustituir los valores en cada una de ellas, de donde se obtiene el factor de la ecuación como una “gran” constante que resume al resto de las constantes, simplificando la fórmula a una curva de demanda de agua potable con la siguiente expresión:

$$Q = F \cdot P^e$$

donde:

- Q Consumo por toma al año, expresado en m³,
- F Es una constante que resume los factores de hacinamiento, alcantarillado e ingreso,
- P Es el precio por metro cúbico consumido, y
- e Es la elasticidad precio de la demanda, proporcionado por el estudio.

Tabla A.3 Índice de personas que trabajan por familia e ingreso familiar por clasificación socioeconómica

| Clase de usuario | Ingresos anuales por persona (\$/año) | Índice de personas que trabajan por familia (toma) ⁵² | Ingresos anuales por familia (\$/año) (Y) |
|-------------------|---------------------------------------|--|---|
| Doméstico Popular | 31 067 | 1.86 | 57 630 |
| Doméstico Medio | 91 658 | 2.35 | 215 166 |
| Doméstico Alta | 344 268 | 1.09 | 375 331 |

Tabla A.4 Comparativa entre rangos de consumo y niveles socioeconómicos

| Clasificación | Nivel socioeconómico | Distribución Tomas dom. | LHD por rango | LHD prom. ponderado |
|-------------------|----------------------|-------------------------|---------------|---------------------|
| Doméstico Popular | 65.0% | 66.4% | 62.7 | 41.69 |
| Doméstico Medio | 29.3% | 23.7% | 165.0 | 39.06 |
| Doméstico Alta | 5.7% | 9.9% | 404.8 | 39.97 |
| Total | 100.0% | 100.0% | | 121 |

Tabla A.5 Tabulado de datos de las curvas

| Clase de usuario | Consumo promedio (m ³ /año/toma) (Q) | Constante (k) | Elasticidad Precio (e) | Elasticidad Ingreso (i) | Elasticidad Hacinamiento (h) | Elasticidad Alcantarillado (a) | Factor de la ecuación (F) | Precio Implícito (\$/m ³) (P) |
|-------------------|---|---------------|------------------------|-------------------------|------------------------------|--------------------------------|---------------------------|---|
| Doméstico Popular | 104.3 | 21.75700 | -0.43293 | 0.16941 | 0.17088 | -0.62360 | 180.56 | 3.55 |
| Doméstico Medio | 274.4 | 21.75700 | -0.43293 | 0.22997 | 0.17088 | -0.62360 | 474.80 | 3.55 |
| Doméstico Alta | 673.1 | 21.75700 | -0.43293 | 0.31175 | 0.17088 | -0.62360 | 1 541.50 | 6.78 |

Una vez realizadas generadas las ecuaciones, con la elasticidad se pueden trazar las curvas tal como se observa en la siguiente figura:

Figura A.8 Curvas de demanda por estrato socioeconómico

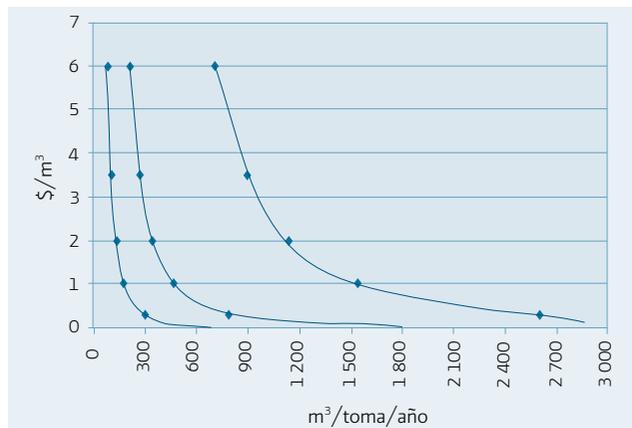
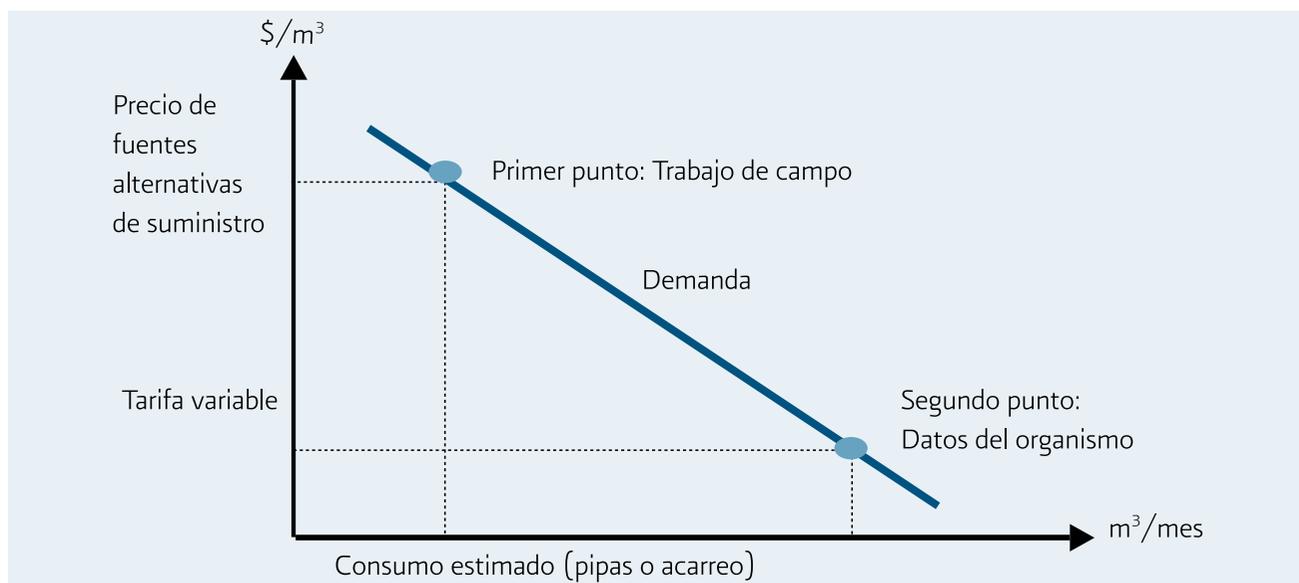


Figura A.9 Curva de demanda mediante dos puntos de equilibrio



Es importante acotar que es recomendable, más no indispensable, segregar las curvas por estrato socioeconómico, y no considerar una curva de demanda agregada del usuario doméstico, lo cual obviamente estará en función del nivel de información con que se cuente, especialmente en los rangos por consumos. La curva más cercana al eje de los costos es la de los usuarios domésticos populares, la siguiente es la de usuarios domésticos medios, y la más separada la de usuarios de clase alta.

A.4.1 Obtención de la Curva de Demanda con la Determinación de dos Puntos de Equilibrio

Para este caso se considera a la función de demanda como una línea recta determinada por dos puntos de equilibrio, los cuales representan por un lado a los usuarios con carencias de agua y que observan un precio muy superior al óptimo por el suministro de agua y, por otro lado, se considera a la población con servicio continuo y que consume de acuerdo a sus necesidades sin restricciones.

Para la elaboración de la curva mediante esta metodología, es necesario determinar un punto en forma similar a como se indicó en el inciso A.4, tal determinación puede realizarse por estrato socioeconómico doméstico o agregado por usuario doméstico. Muy importante será el eliminar los datos de las tomas que tengan cuota fija y que carezcan de medición, así como, usuarios que presenten condiciones de tandeo u otra restricción en el consumo. Con ello se contará con los elementos para considerar el segundo punto de la curva.

El primer punto se obtendrá con trabajo de campo mediante la aplicación de encuestas. Esta encuesta, de la cual en el Anexo C se sugiere un formato, tiene como finalidad determinar los hábitos de consumo en zonas primordialmente sin servicio, las cuales consumen bajos volúmenes con altos costos, regularmente mediante pipas y acarreos.

Para estos trabajos es necesario obtener una muestra representativa en la zona a encuestar, para lo cual una de las fórmulas sugeridas es la siguiente⁵²:

$$n = \frac{Npq}{\left[\frac{Me^2}{Nc^2} \cdot N - 1 \right] \cdot pq}$$

donde:

n Tamaño de la muestra

N Viviendas del universo para cada Nivel Socioeconómico

p El mayor punto de incertidumbre es del 50% y se expresa como 0.5.

q $1 - 0.5 = 0.5$

Me $\pm 5\%$, se expresa como probabilidad (0.05)

Nc 95% de nivel de confianza. En tablas de distribución de curva normal aparece como 1.96.

Cabe señalar, que en recientes trabajos de campo y en ciertas zonas con agravada escasez, los costos por metro cúbico de agua en pipa depositada en tambos de 200 litros, han alcanzado valores superiores a los \$100/m³, aunque el valor promedio que se había venido observando es de \$50/m³.

Una vez definidos los dos puntos de volúmenes consumidos y costos por metro cúbico, se procede a trazar la curva de demanda con una línea recta.

Este tipo de curvas es muy útil para determinar el beneficio especialmente en zonas sin servicio. Habrá que tener especial cuidado en su aplicación para zonas que ya cuentan con servicio deficiente o tandeado, ya que si el primer punto de la recta se considera con la información de las zonas sin servicio y no con las de servicio deficiente, se podrían estar sobrevalorando los beneficios del proyecto. En este tipo de proyectos se deberá realizar trabajo de campo para determinar el precio implícito mediante pipas, tinacos, tanques hidroneumáticos y demás costos asociados para solventar la problemática de la zona de estudio.

A.4.2 Métodos econométricos ⁵³

Cuando no existe un servicio de agua potable que se encuentre funcionando, es posible la utilización de modelos econométricos⁵⁴ basados en datos de familias, los cuales se obtienen mediante un proceso de aplicación de encuestas, de esta manera se podrá disponer de los elementos para establecer las características deseadas de las ecuaciones de la demanda.

En la recopilación de datos de la encuesta, es necesario focalizar la estrategia en la adecuada (estadísticamente confiable) estimación del impacto de variaciones en el precio del agua sobre la cantidad consumida. Este parámetro es crítico no tan sólo por su significancia en el cálculo de la disposición a pagar, sino también por la dificultad inherente en estimarlo. El problema fundamental es que las magnitudes del impacto del precio sobre el consumo son relativamente pequeñas. Tanto por la baja incidencia del gasto en agua en el presupuesto total familiar, como por los naturales rezagos con que se observan en la realidad los impactos de cambios tarifarios, es difícil observar fluctuaciones importantes en el consumo que pueden ser atribuibles, de manera no ambigua, a cambios en el precio.

Para la adecuada estimación es necesario lograr disponer de información de costos y consumos efectivos con la mayor varianza posible. Para ello se debe procurar identificar usuarios con las más diversas fuentes de abastecimiento. La regresión debe combinar las observaciones entre todos los grupos, incorporando las variables de control (características socioeconómicas) relevantes para aislar el efecto del precio.

Los tamaños muestrales a utilizar dependen de las características específicas de la muestra en cuanto a varianza anticipada del precio, así como de las exigencias de captura de otros coeficientes (elasticidad ingreso, coeficiente de efectos regionales, etc.).

Es muy importante el disponer de antecedentes confiables y estadísticamente validados, respecto de las características de la curva de demanda, parámetros de posición, elasticidades y forma funcional, así como del tipo de abastecimiento actual de la población que se espera beneficiar con el proyecto.

52 Galindo, Técnicas de Investigación en Sociedad, Cultura y Comunicación, 1998.

53 MIDEPLAN, Metodología de Evaluación de Proyectos de Abastecimiento de Agua Potable del Ministerio de Planificación y Cooperación de Chile.

54 Según Arthur Goldberger, la Econometría puede definirse como la ciencia social en la que se aplican los instrumentos de la Teoría Económica, Matemáticas e Inferencia Estadística al análisis de los fenómenos económicos.

Con la encuesta de familias será posible conocer las características relevantes de los consumidores y por consiguiente estimar la curva de demanda por agua.

Para la recolección de datos necesarios para estimar la función de demanda es necesario aplicar encuestas muestrales.

La encuesta socioeconómica de hogares tendrá como objetivos principales la obtención de datos para los siguientes propósitos:

- Estimar la curva de demanda de agua potable de las viviendas con y sin alcantarillado y según nivel socioeconómico;
- Determinar la estructura de distribución del ingreso de la población potencialmente beneficiaria de los proyectos;
- Averiguar la capacidad de pago de la población potencialmente beneficiaria;
- Averiguar precio y consumo de abastecimiento de agua en fuentes alternativas;
- Estimar la curva de demanda de agua potable según región geográfica, justificando esta división según diferencias en clima, costumbres, otros que sean determinantes en el consumo.

El universo que se considera para el muestreo, puede estar acotado por las siguientes características predefinidas:

- Las localidades a considerar tendrán características urbanas,
- Existencia en la localidad de un sistema público de agua potable,
- Las localidades elegidas que tengan un sistema de agua potable deberán corresponder a localidades con un adecuado nivel de calidad del servicio (continuidad y presiones adecuadas en la red).

Se trata de hacer una serie de preguntas simples con las cuales se obtienen los datos buscados de manera clara.

Los datos deben de aplicarse en un software econométrico que determine la significancia estadística y ecuación del modelo.



A.5 Aplicación de la curva de demanda de agua potable

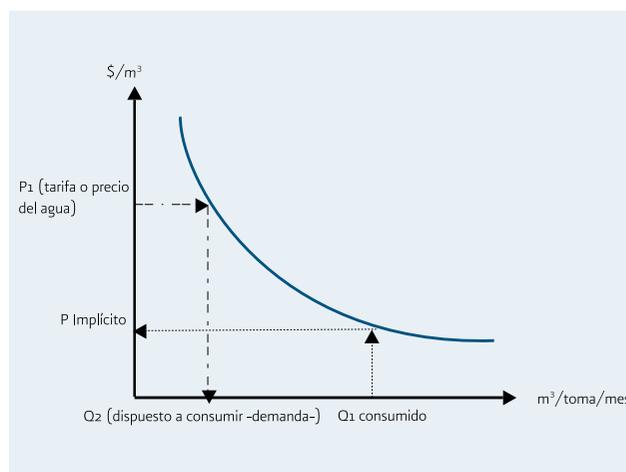
La curva de demanda del agua nos indica el comportamiento del consumo ante diferentes precios del agua, es decir, las cantidades máximas de agua que serán adquiridas por un grupo determinado de consumidores ante diferentes precios de este recurso, considerando que las condiciones generales para el grupo consumidor en cuestión permanecerán constantes, es decir las otras variables que afectan la composición de esta curva permanecerán constantes, como es el ingreso y el precio de bienes complementarios y sustitutos.

La utilidad de esta curva radica en que, a través de ella, se pueden cuantificar y valorar los beneficios sociales derivados de mayores consumos de agua, que se generan o son posibles gracias a la realización o construcción de los proyectos de infraestructura hidráulica que socialmente se estarían evaluando.

Alternativamente, una curva de demanda indica los precios máximos que pagaría la sociedad por una determinada cantidad del producto, suponiendo las demás variables permanecen constantes. Así, la curva de demanda muestra la relación o comportamiento entre los precios y la cantidad demandada del bien a consumir.

Lo anterior quiere decir que, con base en el consumo, se puede obtener lo que en realidad están dispuestos a pagar por dicho volumen, y en sentido inverso con base en una tarifa se puede determinar el volumen que están dispuestos a consumir.

Figura A.10 Uso de la curva de demanda



En la figura A.10 se observa que de acuerdo a un volumen consumido (Q^1) se puede obtener el precio implícito o lo que está dispuesto a pagar ($P_{\text{implícito}}$) el usuario. En sentido

opuesto, conociendo la tarifa o precio del agua, se puede obtener lo que se está dispuesto a consumir.

Es importante hacer hincapié en el significado del precio implícito: es lo que está dispuesto a pagar el consumidor realmente por el agua y que si se está hablando de servicio formal de agua, es un valor muy superior a la tarifa y que se obtiene por métodos económicos.

Por otro lado, se tiene que la curva se puede utilizar para calcular la demanda. El problema en la obtención del volumen demandado con base en la tarifa, es determinar con exactitud las variables que realmente afectan la demanda. Se ha observado que la población que ya cuenta con servicio tiende a un comportamiento inelástico, es decir que el impacto en la tarifa es poco significativo en su consumo y se podría estar subestimando significativamente la demanda, lo cual impacta en el dimensionamiento de la infraestructura y beneficios del proyecto. Lo anterior también se presenta porque los esquemas tarifarios en México son muy confusos para el consumidor al ser escalonados e incluir cobros adicionales poco entendibles, por lo cual su factor de decisión al tener agua entubada no es exclusivamente el precio por metro cúbico, que generalmente desconoce.

Como se comentó, existe la alternativa metodológica de calcular los beneficios y la demanda suponiendo que la tarifa es igual al Costo Marginal Social del Agua (CMgS) y de ahí se obtiene el consumo de cada tipo de usuario.

Para lo anterior sería importante analizar que compone al CMgS. En él se incluyen todos los costos de inversión, operación y mantenimiento de la nueva infraestructura asociada al proyecto, considerando su conversión a precios sociales, los cuales son los costos asociados que se incluyen normalmente en el flujo de costos del proyecto.

Aunado a lo anterior, se encuentra el costo de oportunidad del agua, que implica el uso y beneficio que se dejaría de dar al recurso por utilizarla para consumo humano como agua potable, si se supone el caso de que se compran derechos de la agricultura, se debería considerar el valor del excedente del productor que se dejaría de producir como un costo para el proyecto. Cabe señalar, que si la venta del agua funcionara como un mercado, incluyendo a la agricultura, la compra de los derechos de agua que realiza el ejecutor del proyecto equivaldría al valor del excedente del productor que a partir de la venta dejaría de producir, lo cual no se cumple en la economía de nuestro país.

Todos estos valores deberían incluirse en el CMgS y ser el valor de la tarifa, en tal situación el CMgS debería ser el valor

que determinara la demanda. Lo anterior está muy alejado de lo que sucede, ya que debemos enfrentar la realidad del subsector, en dónde las tarifas apenas logran alcanzar los costos de operación de la infraestructura actual y que difícilmente cubrirán los valores del pago de las nuevas inversiones en infraestructura.

No se debe olvidar que los usuarios consumirán conforme a las condiciones reales, sean o no económicamente las más recomendables, es decir, exista o no un sistema de tarificación a CMgS de largo plazo que considere los costos de inversiones en el tiempo, operación, mantenimiento y de oportunidad del agua. Por lo anterior, se sugiere que el CMgS se incluya como un costo en el flujo de la evaluación del proyecto, pero no como un factor que determine el valor de la demanda.

Igualmente se debe recordar que las decisiones de consumo son PRIVADAS, y sobre esa decisión de consumo, se hacen los cálculos debajo de las curvas sociales de oferta y demanda, esto es la base de la evaluación socioeconómica. En otras palabras, se estarían determinando consumos irrealistas a través de costos que en los hechos no van a reflejarse en los consumidores mediante la tarifa que se asigna.

A.6 Beneficio de mayor consumo

La curva de demanda del agua nos indica el comportamiento del consumo ante diferentes precios del agua, es decir, las cantidades máximas de agua que serán adquiridas por un grupo determinado de consumidores ante diferentes precios de este recurso, considerando que las condiciones generales para el grupo consumidor en cuestión permanecerán constantes, *cæteris paribus*, es decir las otras variables que afectan la composición de esta curva permanecerán constantes, como son por ejemplo el ingreso y el precio de bienes complementarios y sustitutos.

En el caso de proyectos que permiten aumentar la disponibilidad de agua potable (ampliación de capacidad de producción y distribución) en un sistema existente, es usual encontrar que los usuarios están conectados al sistema pero este no les provee, por limitaciones de capacidad, toda el agua que demandan a la tarifa vigente. Normalmente habrá racionamiento algunas horas del día, o las presiones serán insuficientes para atender debidamente el servicio.

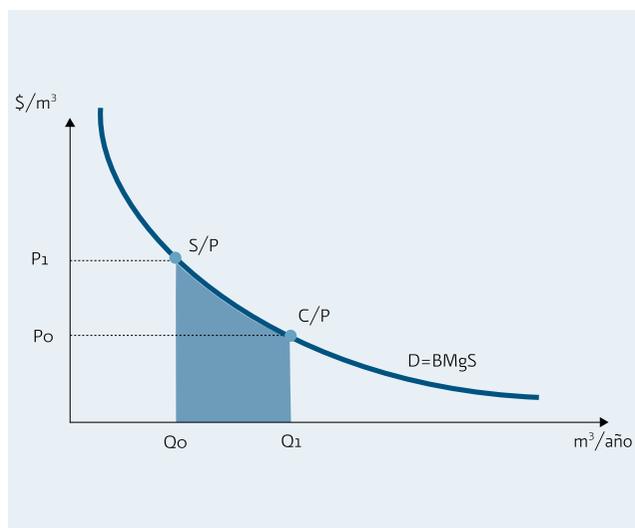
Utilizando la figura A.11 como referencia, se conceptualiza el problema, señalando que en la situación sin proyecto la máxima capacidad de abastecimiento estaría dada por Q_0 , si bien al precio vigente (supuesto en P_0) la demanda desea-

da sería de Q_1 . Habrá por lo tanto un exceso de demanda de $(Q_1 - Q_0)$. La introducción de un proyecto que amplíe la capacidad más allá de Q_0 , permitirá obtener beneficios que se miden como el área bajo la curva entre el consumo inicial restringido, Q_0 , y el consumo real demandado Q_1 . Para efectuar este cálculo el modelo requiere conocer el nivel Q_0 , la tarifa vigente y la correspondiente curva de demanda, para cada año del análisis.

De especial interés en este caso resulta el considerar el valor P_1 , ya que este valor representa un precio implícito (no observado) que refleja la valoración que hace el usuario de disponer de una unidad adicional de agua a partir del nivel restringido Q_0 . En situaciones de graves racionamientos de abastecimiento este P_1 puede ser muy significativamente superior a la tarifa del sistema. La diferencia entre este precio y la tarifa establece la deseabilidad de ejecutar el proyecto.

Así también en tanto que haya situaciones de desabastecimiento significativas de carácter permanente será necesario limitar el valor máximo aceptable para P_1 , el cual incide directamente sobre el cálculo de los beneficios esperados del proyecto. Este concepto se relaciona con la idea de fijar un precio límite máximo a partir del cual los usuarios entrarán a utilizar fuentes de abastecimiento alternativas a la red pública. Estas fuentes normalmente serán compra de pipas, uso de pozos privados, norias, acarreo u otras similares. De esta manera el nivel de beneficios (área bajo la curva de demanda relevante) quedará acotado superiormente. Se evita con ello una posible sobreestimación significativa de beneficios.

Figura A.11 Beneficio bruto de mayor consumo



El excedente del consumidor se define como la diferencia entre la cantidad que se paga por un producto (precio de mercado) y la cantidad máxima que el consumidor estaría dispuesto a pagar (precio implícito) ante la expectativa de quedarse sin el producto.

El área bajo la función de demanda y que está representada por $S/P - Q_0 - Q_1 - C/P$, en la figura A.11, representa el beneficio bruto o total, siendo el excedente del consumidor el área correspondiente al beneficio bruto menos el área bajo P_0 , el cual es la tarifa y que debe reflejar todos los costos de inversión, operación y mantenimiento necesarios para llevar los nuevos caudales de agua hasta los beneficiarios del proyecto. Para este caso se puede incluir en el flujo de evaluación, por un lado los beneficios brutos representados por el área de la figura A.11, y por otro los costos de inversión, operación y mantenimiento atribuibles al proyecto para obtener el flujo neto del proyecto.

Para la estimación del área bajo la curva, en el caso de que la función sea una recta se optaría por el cálculo de las áreas geométricas (triángulos y cuadrados), en caso de ser una función hiperbólica, se debe determinar mediante una integración numérica de la curva de demanda.

La integral se definirá entre el límite inferior igual al consumo sin proyecto y al límite superior igual al consumo con proyecto para cada toma, según su nivel socioeconómico o mediante una curva agregada.

Primeramente se tienen definidos los consumos con y sin proyecto. Los consumos sin proyecto obedecen a la situación actual optimizada y se obtienen del trabajo de campo. Los consumos con proyecto se obtienen de la muestra de tomas con medición, servicio adecuado y sin restricción en el servicio, ya sea para cada estrato socioeconómico o un medio representativo del usuario doméstico.

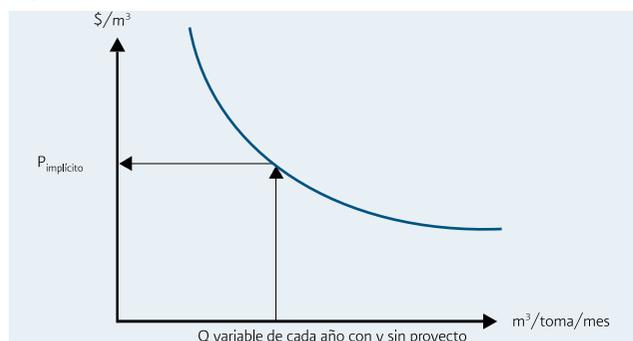
Con el tiempo, en la situación sin proyecto, el consumo por toma se irá disminuyendo, ya que la población y el número de tomas generalmente crece con el tiempo, y a su vez la oferta disponible prácticamente se mantiene constante, por lo tanto se reparte el agua entre más gente. En la situación con proyecto este efecto no se da, ya que se cubre la demanda totalmente.

Lo primero es determinar con base en el crecimiento poblacional y el caudal disponible (sin proyecto) los consumos de cada año, que como se explicó serán decrecientes (consumos sin proyecto de cada año). Los consumos de proyecto por tipo de usuario se considerarán constantes

en el horizonte de evaluación o acordes al incremento que exista en la demanda.

Para cada consumo de cada año con y sin proyecto, se obtendrán los costos implícitos del agua. La forma de obtener estos precios será utilizando la ecuación de la demanda, en donde la variable independiente será el consumo y la variable dependiente el precio, el cual se considera como el precio implícito de cada consumo a analizar, como se observa en la figura A.12.

Figura A.12 Obtención del precio implícito



Con los valores de consumo y precio con y sin proyecto del sector doméstico en cada año, se puede obtener los valores del excedente del consumidor para el proyecto o bien los beneficios brutos del mismo.

Con la ecuación y los límites inferior y superior de consumo para cada toma, por nivel socioeconómico, en cada uno de los años del horizonte de evaluación, se procede a realizar el cálculo del área bajo la curva, que será el beneficio unitario, mismo que se multiplica por el total de tomas para así obtener el beneficio agregado social anual.

A.7 Método de necesidades básicas⁵⁵

A.7.1 Concepto General

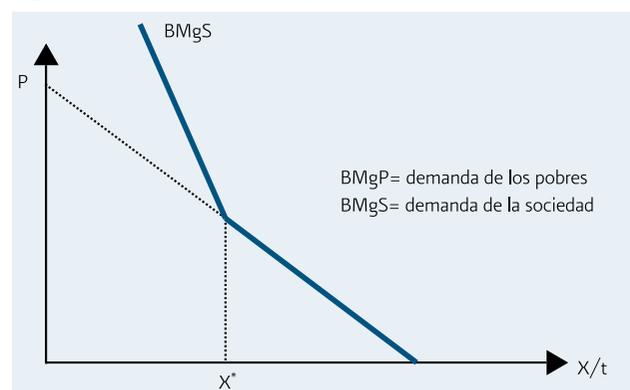
El enfoque de necesidades básicas busca dar un marco metodológico al análisis de la pobreza, el cual, es diferente al problema de escasez. La pobreza se define como un nivel de vida con relación a un estándar o medida mínima aceptable. Por ejemplo, existen algunas familias que viven en condiciones de nutrición inaceptables dado que su dieta no incluye los nutrientes básicos ni el nivel calorífico mínimo requerido para un crecimiento sano. En muchos países este

es un fenómeno común, ya que observamos una cantidad importante de personas cuyas condiciones de vivienda, salud, educación y nutrición son insuficientes para mantener y conservar un nivel mínimo de dignidad humana.

El enfoque de necesidades básicas propone que, dado el sentimiento de solidaridad que el ser humano comparte con sus semejantes, la pobreza genera una externalidad negativa en el resto de la sociedad, por lo que ésta valorará más un mayor consumo por parte de los pobres, que el valor que éstos asignan a ese consumo. Dicho de otra forma, el consumo de bienes y servicios de los “pobres” genera una externalidad positiva en el resto de la sociedad, dado que los “no pobres” obtienen un beneficio de observar que el indigente o desposeído logra incrementar la satisfacción de sus necesidades básicas, las cuales estarán definidas en función de cómo establece la comunidad el nivel mínimo aceptable para satisfacer sus necesidades primordiales.

Gráficamente este planteamiento se observaría en la siguiente gráfica en que la externalidad se presenta en los niveles inferiores a X^* , que la canasta de bienes que representa el nivel mínimo aceptable de consumo, en términos de vivienda, salud, educación y alimentación. La externalidad se presenta en el segmento de consumo menor que el estándar X^* , mientras que una vez que se alcanza este nivel, la externalidad desaparece porque los pobres tienen satisfechas sus necesidades básicas al consumir X^* , y de ahí en adelante el beneficio marginal privado es igual al beneficio marginal social.

Figura A.13 Demanda de los pobres y demanda social



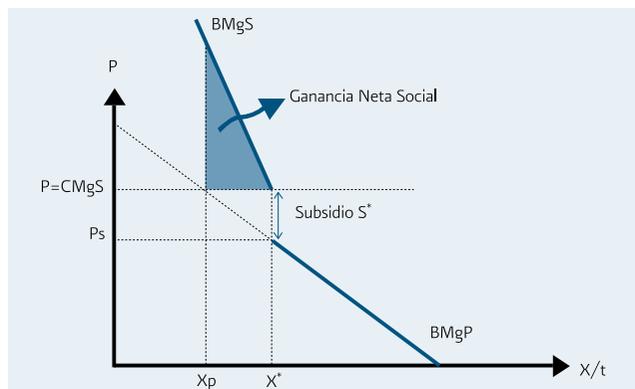
Se analizará cómo es la externalidad y qué implica para la sociedad. La externalidad no es igual para todos los consumos de X , pues conforme éste crece se satisfacen más necesidades y por lo tanto son menos pobres, por lo que la externalidad medida como la distancia vertical entre el

55 CEPEP, Apuntes de Evaluación Social de Proyectos, 1999, y Harberger C. Arnold, “Basic Needs versus Distributional Weights in social cost-benefit analysis”, Organización Mundial de la Salud.

beneficio marginal privado y el beneficio marginal social, decrece hasta llegar a ser cero en X^* .

Por otra parte, la presencia de esta externalidad implica que la comunidad tiene una disposición a pagar para proporcionar a los pobres los bienes adicionales que necesitan para alcanzar el nivel X^* . No obstante, conforme menor es el nivel de pobreza esta disposición a pagar va disminuyendo. Por lo tanto, si se pudiera otorgar el subsidio S^* se observaría una ganancia neta social dada por el área sombreada de la figura siguiente.

Figura A.14 Beneficio de los programas contra la pobreza



El desafío de este enfoque es, primero, establecer el nivel o estándar mínimo aceptable (o sea la canasta X^*) que todo miembro de la comunidad debe consumir, pues esta es una apreciación subjetiva que puede cambiar con el tiempo. Por otra parte, aunque existe una disposición de la sociedad para pagar y lograr que los pobres alcancen el consumo X^* , el beneficio de otorgar un subsidio dependerá de qué tan diferenciado y focalizado esté, es decir, debe otorgarse únicamente al grupo de personas definido como “pobre” y de acuerdo con su nivel de pobreza.

Algunos trabajos prácticos han tratado de resolver tales limitaciones. Uno de los planteamientos en el caso del consumo de agua potable, es el de utilizar la demanda de la clase media como la representativa de la curva de demanda social para los más necesitados, hasta que alcanzan un nivel de consumo como el sugerido por la Organización Mundial de la Salud.

A.7.2 Requerimiento de Agua Potable

La cantidad de agua que se provee y que se usa en las viviendas es un aspecto importante de los servicios de abastecimiento de agua domiciliar que influye en la higiene y, por lo tanto, en la salud pública. Hasta la fecha, la Organización Mundial de la Salud, OMS, ha proporcionado datos sobre la cantidad de agua domiciliar que se requiere para promover una buena salud. Estos valores contemplan los requerimientos de agua relacionados con la salud a fin de obtener una cifra mínima aceptable que permita satisfacer las necesidades de consumo (para bebida y preparación de alimentos) e higiene básica.

Si bien la necesidad básica de agua incluye el agua que se usa en la higiene personal, no resulta significativo establecer una cantidad mínima ya que el volumen de agua que usen las viviendas dependerá de la accesibilidad, la que se determina principalmente por la distancia, el tiempo, la confiabilidad y los costos potenciales. La accesibilidad se puede categorizar en términos del nivel de servicio. La tabla A.6 resume el grado en el que los diferentes niveles del servicio pueden atender los requisitos para mantener una buena salud y las intervenciones que garantizarían los máximos beneficios.

Tabla A.6 Resumen de los requisitos del nivel del servicio de agua para promover la salud

| Nivel del servicio | Medición del acceso | Necesidades atendidas | Nivel del efecto en la salud |
|--|--|---|------------------------------|
| Sin acceso (cantidad recolectada generalmente menor de 5 l/hab./d) | Más de 1.000 m ó 30 minutos de tiempo total de recolección | Consumo – no se puede garantizar Higiene – no es posible (a no ser que se practique en la fuente) | Muy alto |
| Acceso básico (la cantidad promedio no puede superar 20 l/hab./d) | Entre 100 y 1.000 m ó de 5 a 20 minutos de tiempo total de recolección | Consumo – se debe asegurar Higiene – el lavado de manos y la higiene básica de la alimentación es posible; es difícil garantizar la lavandería y el baño a no ser que se practique en la fuente | Alto |
| Acceso intermedio (cantidad promedio de aproximadamente 50 l/hab./d) | Agua abastecida a través de un grifo público (o dentro de 100 m ó 5 minutos del tiempo total de recolección) | Consumo – asegurado Higiene – la higiene básica personal y de los alimentos está asegurada; se debe asegurar también la lavandería y el baño | Bajo |
| Acceso óptimo (cantidad promedio de 100 l/hab./d y más) | Agua abastecida de manera continua a través de varios grifos | Consumo – se atienden todas las necesidades Higiene – se deben atender todas las necesidades | Muy bajo |

Los beneficios a la salud pública que ofrece el uso de mayores volúmenes de agua generalmente dan como resultado dos mejoras principales. La primera se refiere a la superación de la falta de acceso básico debido a las distancias y al tiempo de recolección del agua que dan lugar al uso de volúmenes inadecuados para la higiene básica personal y para el consumo humano. Otra mejora significativa para la salud ocurre cuando se dispone de agua en la vivienda.

Otros beneficios derivados de mejorar el acceso incluyen la disposición de más tiempo, por ejemplo, para el cuidado de niños y la preparación de alimentos y actividades productivas. Si bien los beneficios para la salud debido al mayor acceso al agua podrían parecer limitados, se debe tener en cuenta los beneficios de tener más tiempo, inclusive para la educación, ya que pueden ser importantes para el desarrollo. También pueden existir otras mejoras en niveles más altos del servicio relacionadas con el mayor acceso, el control de la calidad del agua potable y un mejor nivel socioeconómico.

Si no se logra un nivel básico de acceso al servicio, no se podrá asegurar la higiene y se podrían poner en riesgo los requisitos para el consumo. Por lo tanto, proveer un nivel básico de acceso es la más alta prioridad para los sectores de agua y de salud.

En la población que recibe niveles básicos de servicio, los beneficios para la salud pública se logran principalmente mediante la protección de las fuentes de agua, la promoción de buenas prácticas de higiene, el manejo y tratamiento domiciliario del agua y otras conductas clave de higiene en situaciones críticas (especialmente el lavado de manos y cara).

Todo individuo tiene derecho al agua, lo que implica el acceso a la cantidad mínima necesaria para satisfacer sus necesidades básicas. El progreso para lograr este nivel de servicio en todo el mundo está relacionado con beneficios significativos para la salud y sigue siendo uno de los principales intereses en las iniciativas de política internacional a través de los objetivos de la Declaración del Milenio y de las actividades de monitoreo a través del Programa Conjunto de Monitoreo de la OMS y de la UNICEF.

En los casos en los que no se ha logrado el acceso universal a un nivel básico del servicio, las iniciativas de las políticas deberán centrarse en aumentar la cantidad de viviendas con este nivel de servicio. El avance de las políticas de todos los países debería apuntar hacia la conexión domi-

ciliaria, principalmente en aquellos países que han atendido las necesidades básicas. Los beneficios para la salud, entre otros, que ofrece el abastecimiento mejorado de agua son significativamente mayores cuando hay una continuidad en el acceso al agua potable segura dentro de la vivienda. En este caso, el nivel del servicio se considera óptimo.

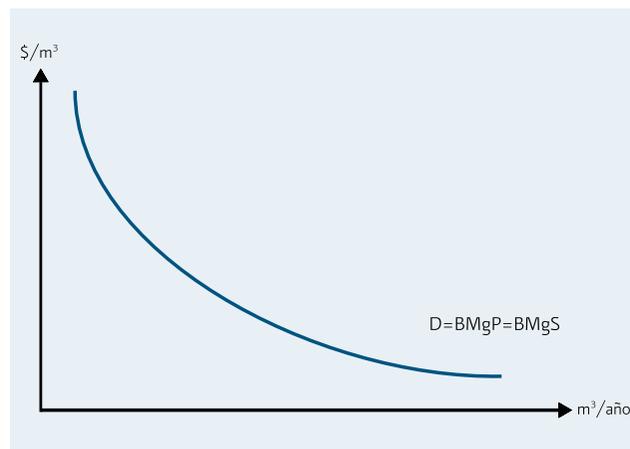
En la práctica no es fácil distinguir en el nivel domiciliario entre el uso casero del agua y el uso productivo, principalmente en las comunidades urbanas pobres. El uso casero del agua forma parte de las estrategias de supervivencia de los pobres en el nivel domiciliario. El aseguramiento de la calidad adecuada del servicio para mantener el uso productivo de pequeña escala también puede generar beneficios sociales y de salud significativos, por ejemplo, en la producción de alimentos. Por lo tanto, el acceso al agua de calidad adecuada para la actividad productiva de pequeña escala en tales áreas es importante en la lucha contra la pobreza y puede dar lugar a beneficios indirectos pero significativos para la salud.

Se puede concluir que de acuerdo a lo expuesto por la OMS, se debería de buscar un consumo de 100 l/hab/día o uno similar de acuerdo a los consumos que existan en la zona.

A.7.3 Metodología

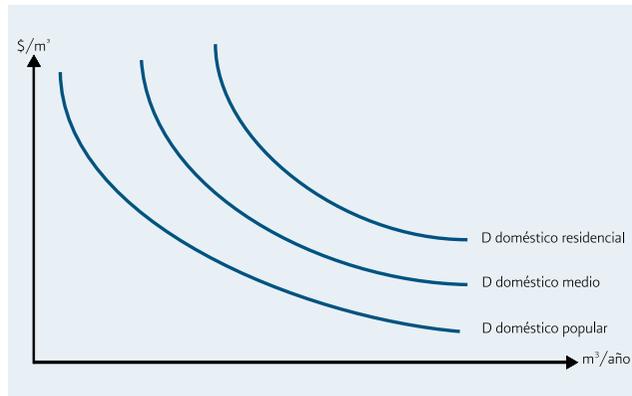
Comúnmente se habla acerca de las consideraciones sobre la función de la demanda, que esta es igual al beneficio marginal privado (BMgP) y de igual forma es igual al beneficio marginal social (BMgS). Para lo anterior se habla de que el BMgP es lo que se está dispuestos a consumir al correspondiente precio y que el BMgS es el beneficio que le representa dicho consumo.

Figura A.15 Gráfica de la función de demanda



Cuando se obtienen las curvas por estrato socioeconómico, se observa un comportamiento similar al planteado en la siguiente gráfica.

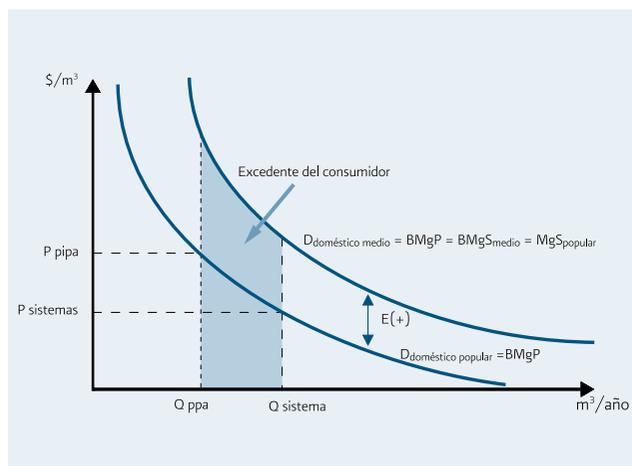
Figura A.16 Gráfica de la función de demanda por estrato socioeconómico



Aunque se observa un comportamiento similar entre las curvas, donde el estrato popular es el más cercano al vértice entre ambos ejes. Aunque en todos los casos lo más común es indicar que el Beneficio Marginal Privado es igual al Beneficio Marginal Social, en el estrato doméstico popular se puede considerar que no es igual, ya que el Beneficio Marginal Privado es lo que están dispuestos a pagar, pero realmente están dispuestos a un consumo mayor, por lo que la curva de beneficio marginal social se encuentra por arriba de la curva marginal privado popular.

Al no existir una forma específica de calcular la curva de beneficio marginal social del estrato popular, se considera que la curva de Beneficio Marginal Social del estrato medio se puede aplicar de igual forma para dicho estrato.

Figura A.17 Gráfica de la función de demanda por necesidades básicas



Aunque no es una práctica común, es metodológicamente aplicable y refleja de manera muy adecuada el efecto en las clases de menores ingresos.

En países como Chile sí se usa esta metodología, además de que debería utilizarse como una de las bases para tarifcar eficientemente, ya que si las curvas sociales y privadas de los pobres fueran iguales, no habría razón de los subsidios, es decir que el subsidio sirve para cubrir la E(+) provocada por la diferencia de las curvas. Cuando los proyectos tienen un beneficio especialmente en las clases populares, esta metodología debería ser la aplicable e identificar plenamente los beneficios para el país.

A.8 Consideraciones matemáticas sobre la función elasticidad precio demanda

La función de la demanda de un bien puede quedar expresada en términos de diferentes variables. Como se vio en A.4, la relación proporcional entre la demanda de agua y diversas variables, puede estar dada por:

$$Q = K \cdot A^a \cdot N^h \cdot Y^i \cdot P^e$$

En esta función, si permanecen "fijas" algunas de las variables se establece una relación funcional en términos únicamente del precio, de la elasticidad de ésta y una constante, es decir una relación del volumen demandado, Q, en función del precio.

$$Q = f(P) = A \cdot P^e$$

$$Q = A \cdot P^e$$

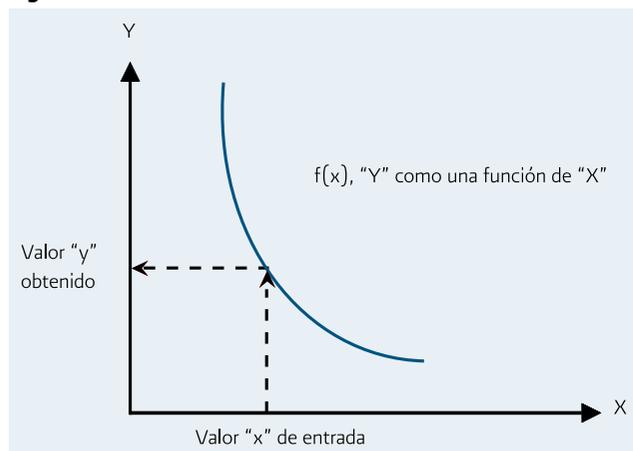
donde:

- Q Consumo por toma al año (o mes), expresado en m³,
- A Es una constante, adimensional
- P Es el precio, en pesos por metro cúbico, (\$/m³) consumido, y
- e Es la elasticidad precio de la demanda, adimensional.

En matemáticas es común nombrar a las variables de una igualdad como variable dependiente (en este caso el consumo Q en metros cúbicos) y variable(s) independiente(s) (en este caso el precio P en pesos). También es común, que gráficamente la variable independiente se asocie al eje horizontal (eje de las "X"), mientras que a la variable dependiente se le asocia el eje vertical (eje de las "Y"). Otra forma de expresar lo anterior es decir que uno proporciona

o “da” un valor a las “X” y puede obtenerm o “llegar” a un valor de las “Y”.

Figura A.18 Función de demanda



Contrario a la costumbre de matemáticas y de la ingeniería, en economía se ubica gráficamente a la variable independiente, es decir al precio, en el eje vertical, por lo que para obtener los beneficios del consumidor representados por el área bajo la curva de la función de demanda se puede proceder de dos maneras:

- A partir de la convención de economía, que asocia al eje vertical la variable independiente, realizar una integración numérica pero sobre el eje horizontal, para lo cual es necesario expresar la función en términos del consumo, o sea P como una función de Q. Haciendo una analogía entre las variables matemáticas (X,Y) y las variables precio y demanda (Q,P), y observando la ecuación: $Q = f(P) = A \cdot P^e$, la función queda expresada en la siguiente forma:

$$P = f(Q) = \left(\frac{Q}{A}\right)^{\frac{1}{e}}$$

Cuya integral resulta ser:

$$\int P = \int_{Q_1}^{Q_2} \left(\frac{Q}{A}\right)^{\frac{1}{e}} d(Q) = \left[\frac{e}{A^{\frac{1}{e}} + A^{\frac{1}{e}} \cdot e} \right] \cdot Q^{\frac{1+e}{e}} \Big|_{Q_1}^{Q_2}$$

$$\int P = \left[\frac{e}{A^{\frac{1}{e}} + A^{\frac{1}{e}} \cdot e} \right] \cdot \left(Q_2^{\frac{1+e}{e}} - Q_1^{\frac{1+e}{e}} \right)$$

- Si se cuenta con los puntos de la curva y no con una función, se puede obtener en una hoja electrónica de cálculo la curva de tendencia empleando la opción exponencial, los parámetros que proporciona esta curva de tendencia son una constante y un exponente (fórmula similar a la función de demanda original), coincidentemente dicho exponente es el inverso de la elasticidad del precio con respecto de la demanda, la forma de la ecuación obtenida es la siguiente:

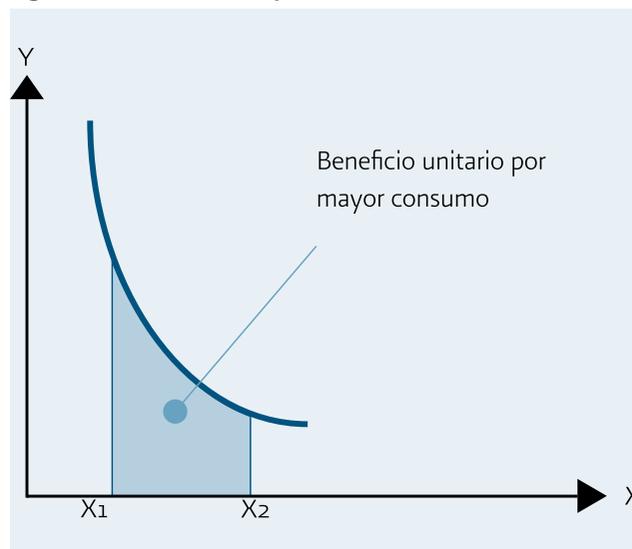
$$Y = f(X) = A \cdot X^E$$

Cuya integración sobre el eje horizontal es sumamente sencilla y que justamente representa el beneficio unitario mensual por mayor consumo (al pasar de un consumo X_1 a un consumo X_2), dicha integral es de la forma:

$$\int_{X_1}^{X_2} A \cdot X^E dx = \frac{A}{1+E} \cdot (X_2^{1+E} - X_1^{1+E})$$

Como se sabe la interpretación gráfica de integrar matemáticamente una función, el beneficio de mayor consumo, queda representado por el área bajo la curva de dicha función, obviamente sobre el eje de las abscisas (eje “X”), según se muestra en la siguiente figura.

Figura A.19 Gráfica de mayor consumo



La obtención del beneficio por mayor consumo se puede verificar a través del siguiente ejemplo numérico trabajado en MathCad PLUS para constatar los resultados matemáticos de la integral, así mismo para corroborar el “cambio de ejes” en la parte izquierda se presenta el beneficio integrando la ecuación como una función del precio, mientras

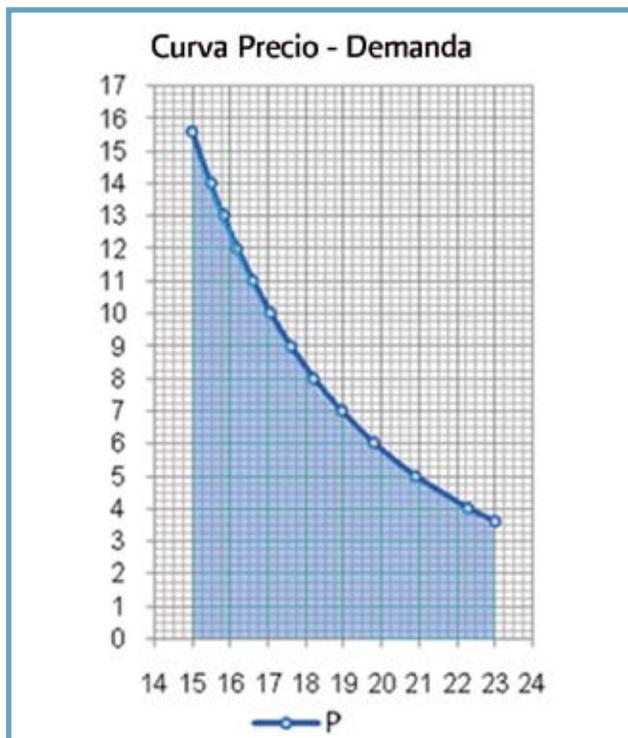
| DATOS | |
|--|--|
| Integrando la ecuación de GASTO en función del PRECIO | Integrando la ecuación de PRECIO en función del GASTO |
| $A := 33.3267$ | $A := 33.3267$ |
| $E := -0.29064$ | $E := -0.29064$ |
| $P1 := 3.58$ | $Q1 := 15$ |
| $P2 := 15.59$ | $Q2 := 23$ |
| Integral definida, entre los límites P1 y P2 | Integral definida, entre los límites Q1 y Q2 |
| $Q(P) = \int_{3.58}^{15.59} A \cdot P^e dP = \text{beneficio} = 213.572$ | $P(Q) = \int_{15}^{23} \left(\frac{Q}{F}\right)^{\frac{1}{e}} dQ = \text{beneficio} = 62.062$ |
| Integral Desarrollada | |
| $\text{beneficio} = \frac{A}{e+1} \cdot [P2^{1+e} - P1^{1+e}]$ | $\text{beneficio} := \frac{e}{A^{\frac{1}{e}} + A^{\frac{1}{e}} \cdot e} \cdot \left(Q2^{\frac{1+e}{e}} - Q1^{\frac{1+e}{e}} \right)$ |
| $\text{beneficio} := 213.572$ | $\text{beneficio} := 62.062$ |

que en la del lado derecho se presenta la misma operación pero en función del gasto.

Como se observa en un primer cálculo se obtiene un resultado de 213.572, si revisamos gráficamente la ecuación $Q = f(P) = A \cdot P^e$ se tiene que el área bajo la curva no es igual con el resultado anterior, contando manualmente el

área bajo sombreada se llega a un valor muy cercano a 62, que coincide con el resultado exacto de 62.062.

En conclusión sobre este ejemplo, la integración del gasto en función del precio arroja un número que no representa algún valor útil y por lo tanto es necesario utilizar la integración de la función del precio.



Anexo B. Esquemas de tarificación de corto y largo plazo para proyectos de agua potable

Los sistemas de tarificación basados en el enfoque de costo marginal aseguran la eficiencia económica. Sin embargo, para lograr esta eficiencia, el sistema de tarificación debe cumplir con los siguientes principios económicos:

- a. **Eficiencia:** Cobrar al consumidor el costo marginal social de producir el agua, lo cual propiciará que cada uno de los usuarios del sistema consuma la cantidad óptima en función del beneficio que vea por el consumo de este bien. Los consumos mayores o menores al óptimo social causarán pérdidas sociales.
- b. **Rentabilidad:** El sistema tarifario debe asegurar la autosuficiencia financiera del organismo operador, cubriendo los costos de operación y mantenimiento, así como las inversiones que deba realizar para dar un buen servicio. La rentabilidad obtenida será similar a la que tendría una empresa en competencia perfecta en el largo plazo, la cual es conocida como rentabilidad “normal”, donde el valor presente de sus flujos es igual a cero.
- c. **Equidad:** Debido a que el sistema de agua potable, proporciona el servicio a usuarios de distintos niveles de ingresos, pueden existir situaciones en las cuales aquellos con menos recursos para satisfacer sus necesidades básicas, limiten su consumo debido a la tarifa. En estas situaciones se pueden poner en práctica esquemas de subsidio⁵⁶ focalizados para asegurar que nadie quede por debajo de los consumos socialmente óptimos, lo cual se sugiere que se calcule mediante el Enfoque de Necesidades Básicas conocido también como Enfoque Harberger.
- d. **Simplicidad:** La estructura tarifaria debe permitir al usuario tomar decisiones eficientes de consumo, lo cual se logra con tarifas simples de entender, información al consumidor y procurando no mezclar cobros ajenos al consumo del agua.

El esquema de tarificación con costo marginal a corto plazo se considera una medida necesaria con varias ventajas pero con una gran complejidad para llevarse a cabo. Por lo anterior,

se debería considerar como un nuevo proyecto de inversión en el organismo operador, y no como una medida de optimización, debido entre otras cosas a que en muchos de ellos los esquemas de tarificación vigentes están asociados únicamente a la inflación, la inexistencia de medidores que permita el cobro de acuerdo al consumo, además de una exacerbada cultura hacia el “no pago” por los usuarios domésticos, así como la carencia de legislación que facilite cancelar el suministro de agua a aquellos usuarios que no paguen oportunamente.

Hay que reconocer que el incrementar considerablemente la tarifa podría tener problemas serios de equidad en la demanda, así como que se resolvería el problema de la relación oferta-demanda, pero no necesariamente significa que la gente consumiría el caudal que necesita, podría existir un grave problema de equidad.

B.1 Tarificación marginal a corto plazo

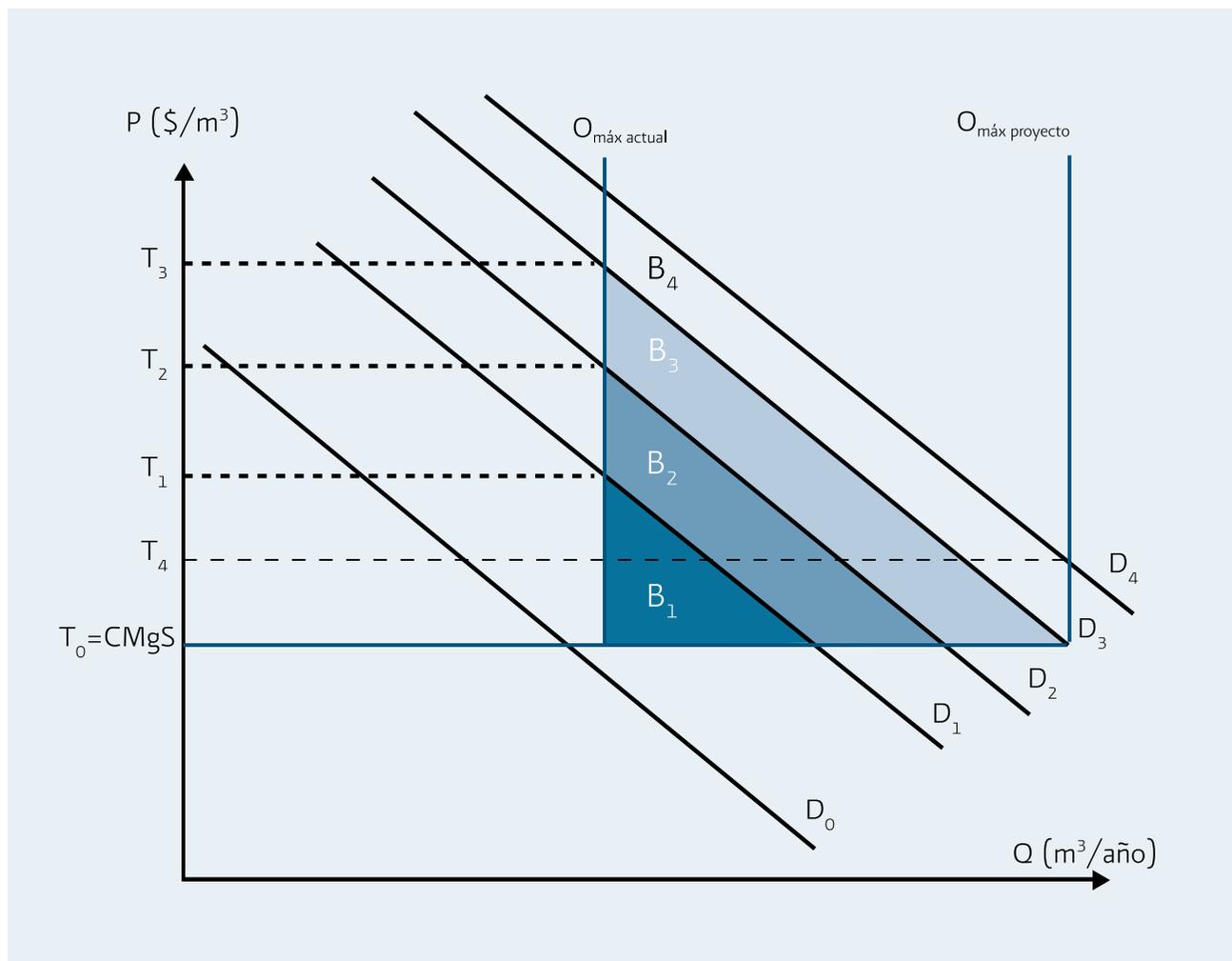
Es una metodología en la que se analiza la conveniencia de hacer una obra que incremente la oferta de agua potable, que de acuerdo a los beneficios que produzca en cada año conforme al crecimiento de la demanda, se iniciará la construcción o se incrementará la tarifa para ajustar el consumo a la oferta actual, es como determinar el momento óptimo del proyecto.

Es otras palabras, el costo marginal de corto plazo optimiza los recursos y permite que se realicen las inversiones en el momento óptimo. Su principal ventaja es su eficiencia económica, pero al basarse en equilibrios de oferta y demanda, tiene la desventaja de que la tarifa sufre fluctuaciones en sus precios reales.

Lo anterior se puede observar en la figura B.1. El problema de este esquema, es que cuando se tenga el beneficio que permita realizar el proyecto, es necesario bajar la tarifa para que el consumo se ajuste al consumo originalmente planteado, lo cual es inviable en el operar de los organismos operadores, máxime que en un gran número de estados y municipios de nuestro país no son los organismos operadores los facultados para modificar las tarifas sino los órganos legislativos estatales lo cual hace inviable este esquema (ver figura B.1).

⁵⁶ Es recomendable que los subsidios sean otorgados por las autoridades gubernamentales y no por el organismo operador del agua, con el fin de no afectar la situación financiera de este último. El problema es el mecanismo para otorgarlos. En lo particular, la CONAGUA no está facultada para proporcionarlos.

Figura B.1 Tarificación marginal a corto plazo



En la gráfica se observa la situación actual, en donde se tiene una curva de demanda D_0 a una tarifa T_0 y la oferta máxima de agua potable con las fuentes actuales, $O_{máx actual}$. Conforme va aumentando la demanda $D_1... D_4$ debido al crecimiento poblacional, se va requiriendo incrementar la oferta.

En el año 1 se presenta la demanda D_1 , la cual al calcular el beneficio con el área bajo la curva de demanda (B_1), es insuficiente para iniciar el proyecto, por lo que es necesario ajustar la demanda incrementando la tarifa a T_1 . Posteriormente en el año 2 se tiene el beneficio B_2 que también es insuficiente, por lo que el consumo se ajusta al incrementar la tarifa a T_2 , y así sucesivamente.

En el año 4 se tiene que el beneficio B_4 es suficiente, por lo que para que se presenten los beneficios del proyecto, sería necesario disminuir la tarifa a T_4 , lo cual es poco viable en la realidad.

B.1.1 Propuesta de tarificación basada en el costo marginal de corto plazo

El cobro a los usuarios se divide en dos apartados: el primero es la tarifa en sí, la cual cubre los costos de producción del agua y el segundo es un cargo fijo, que cubre los costos fijos independientes de la producción.

Como se mencionó anteriormente, la tarifa a corto plazo depende del comportamiento de los puntos de equilibrio entre la oferta y la demanda, a través del tiempo. La oferta está compuesta de dos segmentos, uno perfectamente elástico llamado costo marginal social (CMgS) y otro perfectamente inelástico conocido como oferta máxima del sistema ($O_{máx}$).

El CMgS depende de los costos que involucra la producción del agua como los de energía eléctrica, costo de cloración, costo de mantenimiento así como el costo por

el agua cruda. La oferta máxima de agua que ofrece el sistema, es la capacidad que tiene el sistema de ofrecer agua (también conocida como agua entregada) durante un determinado período, pero ésta debe ser considerada sin tomar en cuenta las ineficiencias evitables existentes en el sistema. Por último la curva de demanda de agua potable se define a partir de la máxima disposición a pagar por este líquido.

Teniendo las curvas de oferta y demanda para cada año del horizonte de evaluación, se obtienen los puntos de equilibrio en los cuales se determina el precio que hace que la cantidad ofrecida sea igual a la cantidad demandada.

Para determinar si es conveniente o no ampliar la capacidad de suministro del sistema, se compara la pérdida neta social que se generaría por no ampliar la oferta máxima del sistema (O_{max}), contra el costo de oportunidad de la inversión requerida para ampliar la oferta, en ese período.

Si el costo de oportunidad es mayor que la pérdida social que se genera por no hacer la inversión, entonces se obtiene un beneficio por postergarla y en el caso contrario se debe proceder a aumentar la oferta, compensando los costos de la inversión con la pérdida neta social evitada (Beneficio neto). De esta manera, el proceso se realiza para cada año, tomando en cuenta los correspondientes cambios en la oferta y la demanda.

B.1.2 Estructura tarifaria propuesta

En las estructuras tarifarias actuales lo más usual es un cobro de un monto fijo y otro variable por el servicio de agua potable, además de un porcentaje del alcantarillado, lo cual regularmente provoca que usuarios que no cuentan con alcantarillado, tengan que pagarlo. Es por ello que en la tarifa propuesta se separan todos los costos según su comportamiento independiente: Costos variables de producción del agua, costos fijos (todos los gastos necesarios para dar el servicio, que no dependen de la cantidad de agua) y costos del alcantarillado.

Como la tarifa basada en CMg a corto plazo, se basa en los puntos de equilibrio entre oferta y demanda. Si el punto de equilibrio se encuentra sobre la curva de CMgS, la tarifa será igual a éste. En caso contrario, si el punto de equilibrio está sobre la oferta máxima, se establece un precio de restricción, para que los usuarios del sistema no vean limitado su consumo por los tandeos, sino por la tarifa. En este caso se está planteando que la tarifa es lo suficientemente alta como para restringir el consumo.

En cuanto al cobro fijo⁵⁷, se determinaron los precios sociales que involucraban los rubros a cubrir por éste, para después dividir el total entre el número de usuarios del sistema por cada período.

B.1.3 Comparación de la tarifa actual contra la propuesta

Con el fin de apreciar los efectos de las tarifas, se deben de proyectar⁵⁸ la cantidad consumida con la tarifa actual, con la tarifa propuesta (con restricción de oferta si fuera el caso) y con el costo marginal social (consumo óptimo al no existir restricciones de oferta). La proyección de los consumos se debe poder observar que con la tarifa propuesta, los consumos tienden a acercarse a los óptimos sociales.

La factibilidad privada también se debe cumplir con la tarificación propuesta, debido a que los ingresos proyectados por este concepto no deben disminuir en comparación a los obtenidos con la tarifa actual.

Una vez conocidos los metros cúbicos que se consumirán por año, así como las tomas por tipo de usuario y el esquema de tarificación propuesto (incluye tarifa y cuota fija), se determinan los ingresos anuales del organismo operador.

B.2 Tarificación marginal a largo plazo

El esquema es diferente al de corto plazo, ya que en este criterio es necesario determinar todas las inversiones y gastos futuros en el horizonte del proyecto y tomarlas en cuenta para ir cobrándolas desde este momento, es como obtener un costo anual equivalente e irlo cobrando y administrarlo para utilizarlo en el momento que sean necesarias dichas inversiones.

El costo marginal de largo plazo se fundamenta a partir de un programa de inversiones, lo cual implica establecer una tarifa que cubra, además de los costos de producción, las inversiones a realizar. Tiene la ventaja de que las tarifas son estables en términos reales a través del tiempo, por lo que se facilita su aplicación. Como desventaja se tiene que el consumo no se realiza en el óptimo social.

En la figura B.2 se observa que se tiene actualmente una tarifa T_o , una oferta máxima actual $O_{máx\text{ actual}}$ y una curva de demanda D_o . Conforme va creciendo la población, se tiene que la demanda va creciendo en igual medida $D_1 \dots D_n$ y se

57 Los cobros fijos no restringen la decisión de consumo para el usuario.

58 En la proyección del consumo óptimo para aquellos que no cuentan con medidor, es el mismo que para los otros que sí tienen.

va requiriendo incrementar la oferta en el tiempo mediante $O_{\text{máx}}$ proyecto 1 y $O_{\text{máx}}$ proyecto 2.

Se estiman todas las inversiones y costos asociados a dichos proyectos y se obtiene la tarifa de largo plazo TLP, la cual se irá cobrando desde el inicio del horizonte de evaluación, aunque no se requiera en ese momento.

Como se observa, los consumos ($Q_0 \dots Q_4$) se van ajustando a la nueva tarifa y se obtiene el resultado estimado: se disminuyen los consumos y se recauda lo necesario para la nueva infraestructura, al menos teóricamente, lo cual se puede asegurar mediante un adecuado análisis financiero de las inversiones a realizar.

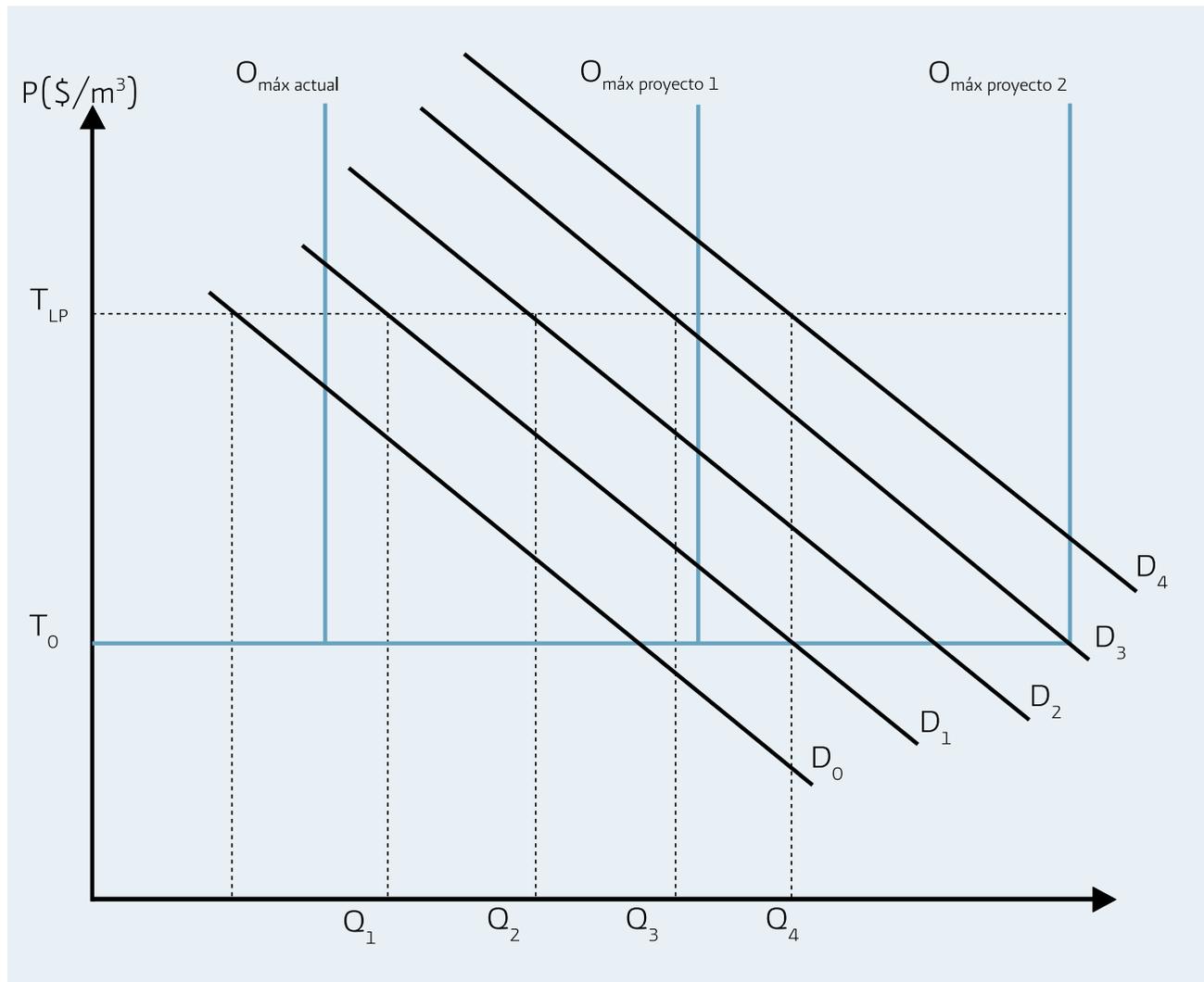
Cuando se analiza de acuerdo a la realidad del subsector, se observa que se tienen inconvenientes, como la propia la tarifa de largo plazo. Si la diferencia entre T_0 y T_{LP} es muy

grande, será poco viable que se esté en condiciones de lograr aumentos muy significativos en la tarifa, además de que representa administrar recursos para otros proyectos entre administraciones de los organismos a lo largo del tiempo, lo cual no garantiza que se destinen para estos proyectos en específico o se utilicen en otros.

Además, el hecho de incrementar en demasía las tarifas podría provocar que las personas consumieran menos de lo que realmente requieren, así como podría repercutir en una baja considerable en la eficiencia comercial y en un incremento en la cartera vencida.

Al analizar su conveniencia de aplicación, habría que analizar los incrementos que se han tenido en la tarifa y el que representaría la T_{LP} para analizar su incorporación.

Figura B.2 Tarificación marginal a largo plazo



B.2.1 Metodología de la tarificación⁵⁹

Para la realización de un estudio de Tarificación a Costo Marginal de Largo Plazo para un organismo operador, la tarifa deberá estar exenta en la mayor parte posible, de probables sobre-dimensionamientos de la empresa, tanto en infraestructura como en personal.

El logro de los objetivos trazados por el esquema tarifario se podrán ir alcanzando en la medida que se tomen acciones decisivas para mejorar notablemente la operación y posterior cobro a los usuarios. En la medida que el organismo operador no logre alcanzar un estándar adecuado de cobro por la facturación mensual que genera, será más difícil que cuente con los recursos suficientes para llevar a cabo cualquier programa de inversiones deseado.

a) Antecedentes generales

Los objetivos básicos de efectuar un estudio de tarificación para un organismo operador, consisten en determinar un precio por el agua que refleje el verdadero costo de entregarla a los usuarios, a la vez que le asegure al organismo operador, contar con recursos suficientes para efectuar un adecuado programa de obras que permita abastecer al 100% de la población.

Por otra parte, es fundamental que los usuarios del organismo operador cuenten y comportan la visión de contar con un organismo operador que cambie los paradigmas a los que se han venido acostumbrando: la tarifa de costo marginal de largo plazo permitirá contar con servicio de agua potable 24 horas al día, eliminación de tandeos, agua con presión adecuada, así como facturación clara y oportuna, además de altos estándares en la atención de quejas, reparaciones y nuevas tomas. Por otra parte, se estará en posibilidad de eliminar costos sociales innecesarios como la adquisición de tanques elevados (tinacos), eliminación de aljibes y cisternas, así como eliminar el consumo de energía eléctrica por uso de bombas hidroneumáticas. En este sentido, el usuario doméstico debe adquirir conciencia de que aunque actualmente paga una cantidad menor por el agua en realidad está pagando más al considerar todos los costos adicionales para abastecerse adecuadamente del líquido.

59 Govea Loredo Jesús Ángel, "Estudio de Tarificación a Costo Marginal de Largo Plazo para el Sistema Intermunicipal de Agua Potable y Alcantarillado en la Zona Metropolitana de Guadalajara", supervisado por personal del H. Ayuntamiento de Guadalajara, 2003.

Resulta importante establecer desde este momento, que resultaría incorrecto realizar algún tipo de comparación entre las tarifas cobradas actualmente por el organismo operador y la propuesta a efectuar de costo marginal de largo plazo, en virtud de que el esquema de cobro vigente generalmente se genera únicamente a partir de un análisis de flujos de caja de efectivo deseados en el mejor de los casos, y la propuesta tarifaria estima el costo real del agua además de estar asociado a un programa de inversiones óptimo.

El método de trabajo a realizar para la determinación de la tarifa de CMgLP consiste en las siguientes etapas:

1. Obtención de un programa de inversiones a largo plazo (mínimo 20 años), que debe de ser rentable y que considere todas las inversiones necesarias desde la producción hasta la distribución, disposición y tratamiento.
2. Identificación de las características generales del organismo. Análisis de gabinete a partir de la información entregada, a la vez que se realizaron entrevistas directas con diferentes áreas operativas y técnicas del organismo.
3. Identificación de las áreas con oportunidades de mejora operativa y/o técnica.
Una vez analizada la información recabada y procesadas las entrevistas, se procede a identificar las áreas en las cuales podrían proponerse cambios de operación o estructura. Estos cambios se sugieren principalmente como consecuencia de la identificación de duplicidad de funciones, exceso de personal, o bien, definición de tareas que no competen al servicio de entrega de agua potable y que podrían ser ejecutadas por terceros mediante outsourcing (limpieza de edificios, reparación de vehículos y seguridad interna).
4. Estimación de la demanda esperada de agua y alcantarillado. El estudio de tarificación a CMgLP tiene como componente fundamental la estimación de los requerimientos de agua que enfrentará el organismo operador en el futuro.
La importancia de contar con esta estimación, radica en poder dimensionar los requerimientos de inversión para abastecer de agua y servicio de alcantarillado a un nivel muy alto de cobertura de la población en un periodo razonable, así como contar con obras complementarias que permitan la captación, regulación, almacenaje y distribución del agua potable, así como la recolección de las aguas servidas. Todo esto asociado a sus costos de operación y mantenimiento para el adecuado funcionamiento del sistema.
5. Dimensionamiento del Organismo Operador optimizado
Se definirá el tamaño que deberá presentar el organismo operador de tal manera que asegure los servicios a la población.

Asimismo, se especificarán los criterios de costos empleados, y el redimensionamiento de la plantilla de personal.

6. Cálculo de la tarifa propuesta.

Se procederá al cálculo de la tarifa propuesta para el organismo, mismo que se deriva del empleo del análisis financiero y el criterio de rentabilidad a largo plazo que establece los principios de una tarificación eficiente.

b) Fundamentación teórica y práctica

Las empresas de agua potable se ubican dentro de los denominados “monopolios naturales”, los que se caracterizan por cumplir simultáneamente tres condiciones:

1. Producen un bien o servicio no comerciable internacionalmente;
2. El proceso productivo se caracteriza por presentar significativas economías de escala;
3. Los montos de inversión involucrados en el desarrollo de la actividad productiva son elevados.

En estas circunstancias la existencia de un mercado competitivo no es conveniente puesto que no se podrían aprovechar las significativas economías de escala con lo cual el costo medio de producción sería muy elevado. En estas circunstancias y aunque resulte paradójico, lo “natural” es que haya un solo oferente, es decir, un monopolio.

Si bien el monopolio natural logra captar las significativas economías a escala y producir a un costo medio inferior al que existiría en un mercado competitivo, la teoría económica del bienestar nos enseña que el monopolio asigna ineficientemente los recursos desde el punto de vista social. En términos prácticos, esto significa que el monopolio vende caro (precio por encima el precio socialmente óptimo) y produce menos que el nivel socialmente óptimo.

La solución histórica de América Latina consistió en que estos monopolios naturales fueran de propiedad estatal, con lo cual se resguardaba a la ciudadanía del abuso monopólico que habría ejercido la propiedad privada del mismo.

El resultado práctico después de décadas de operación de los monopolios públicos en telefonía, electricidad y agua potable entre otros, en el balance no ha sido positivo, básicamente porque se confundieron dos roles de dichos servicios: proveer el servicio y subsidiar a los pobres. Ello se tradujo en tarifas irreales, ya que se ubicaron bajo los costos de largo plazo de proveer el servicio (inversión, mantenimiento y operación), con lo cual se sacrificó la calidad y cobertura del servicio.

En lo que interesa, agua potable y alcantarillado, tarifas alejadas de sus costos han producido como resultado una

baja cobertura de agua potable y alcantarillado fuera de las áreas urbanas, mala calidad del producto (la gente compra agua en garrafones para beber), tandeos como algo natural (la gente construye sus casas con tinacos y/o aljibes, llegando incluso a convertirse en reglamento la provisión de estos elementos en los fraccionamientos nuevos), baja presión, escaso tratamiento de las aguas residuales, en fin, un servicio de muy baja calidad, en un bien básico como es el agua potable. Paradójicamente los más perjudicados han sido los pobres, precisamente aquéllos a los que se pretendía beneficiar con tarifas bajas, ya que las personas de ingresos medios y altos solucionan los problemas enunciados a través de construir cisternas con bombeo automático con lo cual no se afectan por el tandeo, de comprar agua en garrafones para consumo, y otras medidas que los pobres no pueden realizar por falta de recursos económicos.

Desde el punto de vista tarifario, la “verdadera tarifa” que pagan los ciudadanos no es el pago al organismo operador, ya que hay que agregarle los gastos en garrafones, en construcción de cisternas, en compra y operación de bombas, entre otros. En rigor, la “verdadera tarifa” debiera ser exclusivamente la que el ciudadano paga al organismo operador y a cambio de ello obtener un servicio en cantidad y de calidad. Por ello, para considerar que sea viable la aplicación de un esquema tarifario basado en CMgLP es fundamental que las autoridades estatales y/o municipales en conjunto con los organismos operados establezcan un adecuado mecanismo de comunicación con los usuarios para asegurarles que el objetivo detrás de la modificación de las tarifas es la modernización del servicio pero al mismo tiempo asegurarles un ahorro neto en sus bolsillos, mismo que puede ser cuantificado como estrategia de “venta” con la ciudadanía.

Ante esta situación, la visión económica moderna consiste en abordar el tema tarifario en los siguientes términos: calcular la “tarifa socialmente óptima”, es decir, la que existiría en un mercado perfectamente competitivo y no distorsionado, la cual pasa a ser la tarifa máxima que puede cobrar el monopolio natural proveedor de agua potable, lo cual asegura dos cosas:

- Los recursos se asignan eficientemente desde el punto de vista social;
- Se asegura un servicio de calidad caracterizado por servicio continuo, agua potable de calidad, presión y coberturas adecuadas, así como niveles de atención al usuario de calidad.

Para llevar a cabo el cálculo de la tarifa, la tarea consiste en simular en gabinete un mercado perfectamente com-

petitivo y no distorsionado y calcular la tarifa que existiría en ese mercado. La forma de hacer esto, es generar un mercado competitivo a través de diseñar una “empresa optimizada”⁶⁰ la cual representa una empresa eficiente que inicia su operación, es decir, la empresa promedio que existiría en un mercado competitivo.

Dicha empresa se construye a partir de la realidad del organismo operador existente pero disminuyendo en un sentido lógico y viable las ineficiencias que éste presenta ya que el usuario no tiene por qué pagar a través de su tarifa, como por ejemplo:

- Sobre-inversiones operativas;
- Gastos innecesarios;
- Personal en exceso;
- Pérdidas de agua excesivas;
- Vehículos y oficinas excesivos.

Se debe tomar como referencia de la empresa optimizada a un **organismo operador modelo**, que sería uno con un funcionamiento **razonable**, con pérdidas físicas y comerciales alcanzables, y para ello se puede poner como ejemplo al mejor organismo del país o inclusive a alguno de otro país, que tenga condiciones similares a las de México. Si el cálculo de la tarifa se hace conforme a un ideal no realista, la tarifa fracasará, porque estaríamos forzando a que el organismo funcione con números que no podrá alcanzar. Pero también es cierto que no se puede tarificar considerando las pérdidas e ineficiencias tal cual como estén en la situación actual del organismo. En este punto, puede emprenderse una tarea de benchmarking con otros organismos operadores del país y tomar sus experiencias sobre la forma de alcanzar altos estándares de eficiencia comercial, eficiencia operativa así como esquemas innovadores para reducción de costos y mejora en la atención a los usuarios, sistemas de tratamiento de agua, entre otros. En este sentido, nuestro país ofrece valiosas experiencias que facilitarán la tarea para los organismos operadores sin que sea imperante tomar exclusivamente referentes internacionales que por su misma naturaleza hacen en ocasiones pensar que resulta imposible alcanzarlos.

La tarifa asegura a la “empresa optimizada” el financiamiento de:

- Todas las inversiones eficientes requeridas para proveer los servicios de calidad comprometidos;

- Todos los costos fijos y variables de producción;
- Todos los costos de administración y ventas;
- Obtención de una rentabilidad normal, vale decir, la rentabilidad propia de un mercado competitivo: el costo de oportunidad de los recursos involucrados.

El organismo operador entonces deberá competir con esta empresa optimizada, en el sentido de que si logra ser tan eficiente como ella, podrá financiar todas sus inversiones, sus costos de producción, administración y ventas y generar una rentabilidad normal.

La “empresa optimizada” representa una guía para establecer el tamaño óptimo del organismo operador, a partir de la estimación de los clientes que esperan atender en el futuro.

Sin embargo, la “empresa optimizada” no es únicamente una simulación que pudiera estar ajena de la realidad. Por el contrario, la empresa modelo como tal, debe y tiene que surgir de las características del organismo operador en la realidad por lo que se sugiere que este trabajo sea realizado por ingenieros coordinado con los expertos de cada área considerando desde la captación, distribución, potabilización, así como la captación de aguas servidas y saneamiento.

Desde el punto de vista administrativo, la tarifa se sugiere que sea vista como un objetivo a alcanzar en el mediano plazo tanto en las características de operación de la “empresa modelo” como del valor mismo a cobrar por metro cúbico de agua, pues de lo contrario, resultará prácticamente inviable tanto política como operativamente realizar los ajustes. Sin embargo, en la medida que el organismo operador tenga como “objetivo guía” la tarifa obtenida pueda empezar a tomar acciones para mejorar eficiencias, realizar negociaciones al interior del organismo operador con el personal y a promover las mejoras a realizar en el servicio para convencer a la ciudadanía sobre la conveniencia del cambio en el sistema tarifario. Es claro que debido a lo sensible que resulta en nuestro país el manejo de las tarifas de agua potable debe pensarse en una estrategia articulada con los actores políticos, medios de comunicación y organismos de la sociedad civil para alcanzar el objetivo deseado.

Por otra parte, como medio para hacer viable la aplicación de esta tarifa así como con el objeto de que los pobres puedan alcanzar los consumos mínimos que requiere todo ser humano por su calidad de tal, la tarifa puede y debe ser complementada con un subsidio focalizado a los pobres, cuyo monto debe complementar su propia capacidad de pago, permitiéndoles alcanzar dichos consumos mínimos.

60 En términos de la metodología se denomina también “empresa modelo” a la empresa optimizada, ya que sirve como referente a seguir por parte de la empresa real, misma que trabaja bajo criterios de eficiencia (minimización de costos).

Los subsidios focalizados son el 2º punto de importancia para que este tipo de tarificación funcione, y el problema es quién los pagaría. El usuario pobre no puede, al usuario rico se le bajaría su consumo socialmente óptimo, al igual que a los no domésticos y el organismo operador tampoco, ya que dejaría de ser rentable si el resto solo paga lo que consume.

Hay dos maneras identificadas, que lo pague una instancia superior de gobierno cuyo fin sea el “abatimiento de la pobreza” o que la planeación a largo plazo al tener una tarifa superior al costo marginal de producción-saneamiento, deje un sobrante que permita cubrir, además de las inversiones futuras, los subsidios; esto último aunque sería ideal financieramente hablando, sería muy complicado de calcular en proyecciones.

Por lo tanto, el financiamiento del mismo debería ser a cargo de algún programa del gobierno, que a su vez también es muy complicado de aplicar. Por ello, en el caso del estudio realizado para la zona metropolitana de Guadalajara la opción más viable fue considerar un cobro fijo que no modificara su decisión marginal de consumo a los usuarios de mayores ingresos de tal forma que permita continuar con un subsidio cruzado pero afectando únicamente a un número reducido de usuarios de alto consumo (7% del padrón de usuarios domésticos).

c) Identificación de optimizaciones al organismo.

El identificar las áreas de mejora a implementar en el organismo, es con la finalidad de que la tarifa a la cual se llegue, refleje un precio de mercado competitivo, tal que no transfiera al usuario final el costo de las ineficiencias existentes.

Las recomendaciones derivadas serán generadas como resultado del análisis de los organigramas de la institución, la revisión de manuales internos, de los flujogramas y por la comparativa con otros organismos operadores con características semejantes.

A continuación se enlistan algunas de las áreas de mejora que se podrían tener y que han sido observadas en diferentes organismos del país, con la finalidad de que sirvan exclusivamente como referencia de diagnóstico al hacer el estudio correspondiente:

- Actualización de los activos.
- Duplicidad de funciones.
- Lentitud en los asuntos y trámites de tipo jurídico.
- Falta de un programa anual de auditoría.
- Falta de un programa estructurado sobre la cultura del agua.

- Baja en la productividad en las áreas.
- No se realicen actividades de planeación en materia de crecimiento de oferta, programación hidráulica ni estudios de demanda de agua potable, capacidad instalada en saneamiento, producción y distribución de agua entre otros.
- Se carezca de un sistema de planeación y programación de inversiones.
- Información desorganizada e inconsistente entre las áreas del organismo.
- Falta de un programa de eficiencia institucional.
- Falta de un programa anual de trabajo.
- Manual de organización obsoleto, lo cual se traduce en duplicidad de funciones.
- Falta de un manual de sistemas y procedimientos que permita la correcta y justa evaluación del desempeño de los empleados.
- Falta de índices de productividad y gestión.
- Subutilización del equipo de cómputo
- No coinciden las actividades y responsabilidades de algunos puestos del personal con su nombramiento.
- Falta de un programa de capacitación y adiestramiento.
- Materiales con nulo movimiento en el almacén.
- Falta de un sistema seguro para el uso de los vehículos y control de combustibles, lo que se traduce en mermas por consumos por encima de lo normal.
- Descuido en la elaboración periódica del programa anual de adquisiciones.
- No se cuenta con criterios técnicos para la asignación eficiente de los equipos de comunicación hacia el interior del organismo.
- Existencia de anomalías en la toma de lecturas de los micromedidores, o falta de ellos en las tomas.
- Descuidada atención al público que acude al organismo operador.
- Se carece de un programa estructurado de recuperación de cartera, más allá de las rebajas anuales y la invitación al usuario a pagar.
- Falta de claridad en el recibo, lo que se traduce en un alto número de reclamos por parte de los usuarios.
- Errores en los recibos que se traducen en una mala imagen del usuario hacia el organismo y el incremento en quejas.
- Desvinculación de información con los catastros municipales.
- Falta de un programa que abata la cuota fija.
- Falta de actualización del padrón de usuarios.
- Falta de una cartografía actualizada y digitalizada.
- Deficientes rutas de toma de lecturas.

- Inoportuna entrega de recibos a los usuarios.
- Concesionar los servicios de topografía e hidrología para evitar el uso de equipos obsoletos y garantizar la calidad de los estudios.
- Establecer un sistema eficiente y seguro de macromedición.
- Implementar un sistema de control de procesos estadísticos.
- Implementar programas de abatimiento al consumo de energía eléctrica.
- Sectorizar la red para identificar tomas clandestinas y fugas, así como nivelar presiones en la red.
- Diseñar y crear un programa preventivo de sustitución y mantenimiento de líneas.
- Prever proyectos de tratamiento de aguas residuales, con el cuidado del cumplimiento de la normatividad vigente.
- Revisar el sistema de supervisión, monitoreo y aplicación de sanciones a empresas que incumplan con descargas de acuerdo a la normatividad vigente.

d) Diseño de estructura de operación del organismo optimizado

Se tiene como objetivo realizar la propuesta de modificación al organismo operador en términos de su estructura interna, mediante la identificación de personal con duplicación de funciones, que se encuentra en exceso, o bien, que podría ser subcontratado a terceros.

Asimismo, debe señalarse que las diferentes tareas que se sugieren para ser contratadas como servicios externos (outsourcing), no están vinculadas directamente al servicio de entrega de agua, el outsourcing puede estar ligado a tareas tales como mantenimiento, limpieza de áreas internas y de servicio a clientes, guardias de seguridad interna, entre otros.

Debe tenerse claro que la contratación externa puede no representar ningún ahorro monetario pero la gran ganancia para el organismo al subcontratar radica en la eliminación de las gestiones administrativas para ese personal, así como el ahorro de espacios destinados a ellos, y las posibles controversias que pudieran surgir en su control.

Cabe señalar que el outsourcing puede ejecutarse en cualquier actividad que realice el organismo operador, sin embargo, a efecto de reducir las resistencias o problemas al interior del organismo se sugiere que tareas como lectura de medidores, mantenimientos o cualquier otra sean contempladas pero en etapas posteriores. Esto se debe a que en México existe el problema de los sindicatos que no permiten realizarlo, por lo que habría que buscar la negociación con el sindicato y modificar la legislación laboral antes.

Aún sin outsourcing es difícil, porque si se quiere sistematizar algo, como la toma de lecturas por radiofrecuencia por ejemplo, el sindicato se opondría a quitar personal, si acaso lo reubicarían, conservando el costo del personal, pero ahora ocioso en otro sitio del mismo organismo. En este punto, una opción para los organismos operadores pudiera ser tratar de negociar que el personal reubicado para que conserve prestaciones y antigüedad pero con la convicción de cambiar el tipo de actividades realizadas de manera que pueda contribuir de manera efectiva al desarrollo del organismo.

Para desarrollar la tarea de optimización de la estructura de operación del organismo operador es necesario realizar diferentes actividades, como son entrevistas a personal operativo del organismo, revisión de los esquemas de operación vigentes y, finalmente, la comparación con otros organismos operadores tanto nacionales como extranjeros para identificar las áreas de mejora.

En este sentido, será fundamental que los organismos operadores consideren la realización de un estudio de reingeniería de procesos que asegure qué funciones deberán ser eliminadas y cuáles podrían ser incorporadas.

Por lo tanto, resulta muy importante recalcar que este sistema de optimización tiene como finalidad el identificar las posibles ineficiencias y eliminarlas en el diseño del organismo optimizado para efectos del cálculo final de la tarifa, ya que como se ha señalado antes, la tarifa deberá estar exenta en la mayor parte posible, de sobre-dimensionamiento de la empresa, tanto en infraestructura como en personal.

e) Definición de la tarifa de largo plazo

Tiene por objetivo la determinación del precio que debería cobrar el organismo operador para el horizonte de evaluación propuesto.

La definición de la tarifa parte de un análisis financiero de las proyecciones de demanda de agua potable, así como su posterior recolección en las redes de alcantarillado, considerando como se señaló, alcanzar los niveles de cobertura de estos dos servicios que se tendría en una empresa u organismo modelo, es decir del orden del 95 al 98%, según sea el caso.

El horizonte de análisis se puede considerar en un rango de 20 a 35 años, dependiendo de las metas que se busquen alcanzar, de la situación actual y el tiempo que se considere conveniente en alcanzarlas.

Los conceptos a cuantificar, se explican de forma general en los siguientes puntos:

Valoración de inversiones, costos y gastos

De acuerdo a la definición de empresa modelo, se requieren valorar las inversiones, costos y gastos necesarios para la operación de la empresa. La inversión y costos de la infraestructura incluyen:

- Costo de oportunidad del agua, considerando **usos alternativos reales y factibles** en la zona⁶¹
- Acueductos
- Pozos profundos
- Plantas potabilizadoras
- Plantas de rebombeo
- Tanques
- Red de distribución
- Red de alcantarillado
- Edificios y terrenos
- Mobiliario y equipo
- Vehículos y seguros
- Equipo de computo
- Valor del agua cruda, costo de potabilización, distribución y recolección del agua
- Pago a CONAGUA
- Pago de créditos
- Reinversión en equipos

f) Tarifa propuesta

Para la determinación del costo medio de largo plazo se incorporan la totalidad de conceptos de inversión, los cuales fueron incorporados en los flujos de caja, las reinversiones necesarias para la reposición de equipos, así como todos los costos de operación y mantenimiento requeridos para mantener en correcto funcionamiento el sistema.

Derivado de los cálculos financieros, utilizando una tasa de descuento privada real para el organismo operador del 9% anual, se obtiene el costo marginal de largo plazo para llevar a cabo el programa de inversiones del organismo optimizado; es decir, el costo real de prestar los servicios a los usuarios en forma eficiente para el periodo analizado, cifra con la cual podrían ejecutarse el 100% del programa de inversiones y su operación en el tiempo.

En esta etapa del proceso, es donde hay que tener el mayor cuidado posible en el análisis de la viabilidad de su

aplicación y el tiempo en que se pueda dar, dependiendo específicamente de la variación tarifaria que se requiera contra la existente y los incrementos que se han tenido en los años anteriores.

Para la tarifa propuesta es necesario mantener los principios de una tarifa eficiente:

- Eficiencia (a todos se les cobra una tarifa distinta)
- Simplicidad (los métodos escalonados podrían ser más complicados)
- Equidad (se establecen los subsidios propuestos)
- Rentabilidad del programa

Se recomienda aplicar el esquema tarifario propuesto por este tipo de estudios, ya que el usuario al estar pagando el costo real del agua, comprenderá el sentido de escasez que tiene este vital recurso, evitando su desperdicio.

Es recomendable que se tomen las acciones necesarias para dirigir la política tarifaria hacia el costo real del agua. Tal vez no de facto, pero al menos diseñando un plan de incorporación de usuarios al cobro real y replanteando las metas de eficiencia al interior del organismo. Resulta fundamental que el organismo operador implemente al 100% de los usuarios una política de cobro de acuerdo al consumo (servicio medido), sin dejar fuera a ningún usuario.

No existe ningún esquema tarifario justo que logre entregar al organismo operador recursos financieros suficientes, para realizar un adecuado programa de obras de largo plazo, si no se cobra a todos los usuarios el consumo real que estén realizando. En este punto, se vuelve fundamental analizar los casos de éxito que existen en México en donde se ha logrado que todos los usuarios conectados a la red de agua potable sean sujetos de cobro, lo cual incluye al mismo gobierno federal, estatal y municipal, logrando una elevada eficiencia comercial, permitiendo alcanzar las metas trazadas.

Los problemas para su implementación son diversos, ya que se depende de que se implementen las bases para este esquema, como son cambios en la legislación, conocimiento técnico de los que aprueban las tarifas, sindicatos, esquema de financiamiento para subsidios y sobre todo que es difícil determinar cuál es el programa de inversiones a largo plazo.

g) Conclusiones

Se puede concluir que este esquema es difícil de implementar en forma pura de acuerdo a como lo indica la metodología, principalmente por la dificultad de su aplicación dentro del organismo y la aceptación social de un esquema

⁶¹ Se debe de considerar este concepto si se quiere obtener una tarifa socialmente óptima, en caso de ser un análisis privado, no se requeriría.

tarifario de este tipo en donde todos pagan el mismo precio unitario, incluyendo una gran dificultad para otorgar los subsidios necesarios en este esquema.

Se debe de hacer adecuaciones al sistema tarifario tal cual se obtiene de la metodología para lograr hacerlo aplicable, además es de notarse que este esquema considera una eficiencia comercial del 100%.

Por todo lo anterior, esto no es una medida de optimización, no es una situación sin proyecto, y es más que un proyecto, es una reestructuración total del organismo operador con una planeación a largo plazo con montos de inversión y metas detalladas, sobre lo cual evidentemente hay que trabajar ampliamente.

Cuando se aplica una tarifa con criterio de costo marginal a largo plazo tal vez no se tengan todas las inversiones identificadas o algunos proyectos estratégicos, pero permite que los incrementos tarifarios por estas inversiones sean más suavizados, además de que podría dar factibilidad financiera al organismo de adquirir compromisos crediticios.

h) Ejemplo

En un ejemplo supuesto y considerando una tarifa de CMLP de \$4.72/m³, se planteó un escenario en el cual, pudiera existir una combinación de los esquemas de cobro.

1. Para los usuarios domésticos, se propone un cobro variable de \$3.55 por m³, y en la medida que se vaya incrementando el consumo de los usuarios, se establece un esquema de cobro fijo de acuerdo al rango de consumo.
2. Para el resto de los usuarios (no residenciales) se propone exclusivamente el cobro variable al consumo sin cargos fijos, siendo una tarifa escalonada conforme aumenta el consumo.

En la Tabla B.1 se presenta el esquema de cobro de acuerdo a una estructura tradicional para usuarios domésticos.



Tabla B.1 Sistema actual para usuarios residenciales

| Rango de Consumo | Consumo promedio | Cargo por m ³ | Cargo Fijo | Total |
|------------------|------------------|--------------------------|------------|------------|
| <5 | 3 | 0 | \$29.94 | \$29.94 |
| 5-10 | 8 | 0 | \$29.94 | \$29.94 |
| 10-15 | 13 | 0 | \$29.94 | \$29.94 |
| 15-20 | 17 | 0 | \$29.94 | \$29.94 |
| 20-25 | 22 | \$59.40 | \$0 | \$59.40 |
| 25-30 | 27 | \$89.10 | \$0 | \$89.10 |
| 30-35 | 32 | \$134.40 | \$0 | \$134.40 |
| 35-40 | 37 | \$176.49 | \$0 | \$176.49 |
| 40-45 | 42 | \$218.40 | \$0 | \$218.40 |
| 45-50 | 47 | \$260.85 | \$0 | \$260.85 |
| 50-60 | 54 | \$319.68 | \$0 | \$319.68 |
| 60-70 | 64 | \$444.80 | \$0 | \$444.80 |
| 70-80 | 74 | \$540.94 | \$0 | \$540.94 |
| 80-90 | 85 | \$646.85 | \$0 | \$646.85 |
| 90-100 | 95 | \$742.90 | \$0 | \$742.90 |
| 100-110 | 105 | \$864.15 | \$0 | \$864.15 |
| 110-120 | 115 | \$1 009.70 | \$0 | \$1 009.70 |
| 120-130 | 125 | \$1 156.25 | \$0 | \$1 156.25 |
| 130-140 | 135 | \$1 302.75 | \$0 | \$1 302.75 |
| 140-150 | 144 | \$1 434.24 | \$0 | \$1 434.24 |
| 150-160 | 155 | \$1 594.95 | \$0 | \$1 594.95 |
| 160-170 | 165 | \$1 742.40 | \$0 | \$1 742.40 |
| 170-180 | 175 | \$1 888.25 | \$0 | \$1 888.25 |
| 180-190 | 185 | \$2 035.00 | \$0 | \$2 035.00 |
| 190-200 | 194 | \$2 166.98 | \$0 | \$2 166.98 |
| >200 | 328 | \$4 382.39 | \$0 | \$4 382.39 |

En el siguiente cuadro se muestran los cobros totales de acuerdo a la tarifa propuesta de \$3.55, haciendo una comparación entre esta tarifa y la tarifa actual, identificando el monto de incremento que significaría para los usuarios en su facturación mensual.

Cabe señalar que el 93% de los usuarios inscritos en el padrón de usuarios tienen un consumo promedio mensual máximo de 35 m³, y quienes superan esa barrera, puede establecerse que son usuarios de altos ingresos (debido al uso de albercas, riego de jardines, entre otros).

Sin embargo, como parte de la experiencia adquirida en el estudio para Guadalajara, resultará claro que la modificación del esquema tarifario a tarifa única llevaría a que los usuarios de mayores ingresos, aquellos que tradicionalmente tienen un consumo mayor, pagaran en términos totales una cantidad menor, mientras que los usuarios medios tuvieran una facturación mensual mayor (los usuarios de bajos ingresos no tendrían problema debido al subsidio,

aunque es poco probable que se obtenga de otra fuente que no sea el usuario).

Por tal motivo, se sugiere implementar un cobro fijo escalonado para los usuarios de altos consumos a efecto de compensar este efecto. Cabe apuntar que desde el punto de vista económico no se pierde eficiencia con este cobro, pues únicamente afecta al excedente de estos consumidores sin modificar las decisiones marginales de consumo, al tiempo que permite mantener la equidad en el cobro y facilita el subsidio cruzado para el apoyo a los consumidores de bajos ingresos.

Para dar una factibilidad financiera y social de aplicación de este esquema, para los usuarios que presentan un consumo mayor a los 35 m³, que se suponen son los altos consumidores, se acordó poner un cargo fijo que en teoría no modifica su rango de consumo y que sirviera tanto para diferenciar a los pequeños de los grandes consumidores con un enfoque social.

Tabla B.2 Tarifa propuesta para usuarios residenciales

| Rango de Consumo | Consumo Promedio | Cargo por m ³ | Cargo Fijo | Total | Propuesta vs Actual |
|------------------|------------------|--------------------------|------------|-----------|---------------------|
| <5 | 3 | \$10.65 | \$0.00 | \$10.65 | (\$19.29) |
| 5-10 | 8 | \$28.40 | \$0.00 | \$28.40 | (\$1.54) |
| 10-15 | 13 | \$46.15 | \$0.00 | \$46.15 | \$16.21 |
| 15-20 | 17 | \$60.35 | \$0.00 | \$60.35 | \$30.41 |
| 20-25 | 22 | \$78.10 | \$0.00 | \$78.10 | \$18.70 |
| 25-30 | 27 | \$95.85 | \$0.00 | \$95.85 | \$6.75 |
| 30-35 | 32 | \$113.60 | \$0.00 | \$113.60 | (\$20.80) |
| 35-40 | 37 | \$131.35 | \$130.00 | \$261.35 | \$84.86 |
| 40-45 | 42 | \$149.10 | \$130.00 | \$279.10 | \$60.70 |
| 45-50 | 47 | \$166.85 | \$130.00 | \$296.85 | \$36.00 |
| 50-60 | 54 | \$191.70 | \$420.00 | \$611.70 | \$292.02 |
| 60-70 | 64 | \$227.20 | \$420.00 | \$647.20 | \$202.40 |
| 70-80 | 74 | \$262.70 | \$420.00 | \$682.70 | \$141.76 |
| 80-90 | 85 | \$301.75 | \$420.00 | \$721.75 | \$74.90 |
| 90-100 | 95 | \$337.25 | \$420.00 | \$757.25 | \$14.35 |
| 100-110 | 105 | \$372.75 | \$1150.00 | \$1522.75 | \$658.60 |
| 110-120 | 115 | \$408.25 | \$1150.00 | \$1558.25 | \$548.55 |
| 120-130 | 125 | \$443.75 | \$1150.00 | \$1593.75 | \$437.50 |
| 130-140 | 135 | \$479.25 | \$1150.00 | \$1629.25 | \$326.50 |
| 140-150 | 144 | \$511.20 | \$1150.00 | \$1661.20 | \$226.96 |
| 150-160 | 155 | \$550.25 | \$1900.00 | \$2450.25 | \$855.30 |
| 160-170 | 165 | \$585.75 | \$1900.00 | \$2485.75 | \$743.35 |
| 170-180 | 175 | \$621.25 | \$1900.00 | \$2521.25 | \$633.00 |
| 180-190 | 185 | \$656.75 | \$1900.00 | \$2556.75 | \$521.75 |
| 190-200 | 194 | \$688.70 | \$1900.00 | \$2588.70 | \$421.72 |
| >200 | 328 | \$1164.40 | \$4500.00 | \$5664.40 | \$1282.01 |



En el caso de los usuarios no residenciales, se propone una tarificación variable escalonada, en la cual, en función al nivel de consumo se cobro por metro cúbico, sin que exista cargo variable alguno.

Tabla B.3 Tarifa para usuarios no residenciales

| Rango de Consumo | Tarifa por m ³ |
|------------------|---------------------------|
| 0 - 50 | \$6.53 |
| 51 - 100 | \$9.80 |
| 101 - 150 | \$14.69 |
| 151 - 200 | \$22.04 |
| 201 - 300 | \$24.24 |
| 301 - 400 | \$26.67 |
| 401 - 500 | \$29.33 |
| 500 - 1000 | \$32.27 |
| 1000 - 2000 | \$35.49 |
| 2000 - 3000 | \$39.04 |
| 3000 - 4000 | \$41.00 |
| 4000 - 5000 | \$43.04 |
| 5000 - 10000 | \$45.20 |
| 10000 - 15000 | \$47.46 |
| 15000 - 20000 | \$49.83 |
| 20000 - 30000 | \$52.32 |

En las siguientes tablas se presenta la comparativa entre los esquemas de cobro vigentes y la tarificación propuesta tanto para los usuarios comerciales, industriales y gobierno. En este sentido, los valores que se presentan para cada caso, son tomados considerando un consumo promedio por tipo de rango de acuerdo al usuario, derivado de los resultados en el padrón de usuarios.

Tabla B.4 Comparación entre tarifa actual y tarifa propuesta para usuarios comerciales

| Rango de Consumo | Consumo Promedio | Tarifa vigente | | | Tarifa propuesta | | | Actual vs. Propuesto | Incr. |
|------------------|------------------|----------------|--------------------------|----------------|---------------------------|--------------------------|----------------|----------------------|-------|
| | | Cargo Fijo | Cargo por m ³ | Total por toma | Tarifa por m ³ | Cargo por m ³ | Total por Toma | | |
| 0 - 50 | 21 | \$118.16 | \$13.38 | \$131.54 | \$6.53 | \$137.85 | \$137.85 | \$6.31 | 5% |
| 51 - 100 | 70 | \$478.58 | \$120.77 | \$599.35 | \$9.80 | \$681.81 | \$681.81 | \$82.46 | 14% |
| 101 - 150 | 126 | \$981.28 | \$523.96 | \$1505.24 | \$14.69 | \$1856.10 | \$1856.10 | \$350.86 | 23% |
| 151 - 200 | 174 | \$981.28 | \$1475.70 | \$2456.98 | \$22.04 | \$3838.17 | \$3838.17 | \$1381.20 | 56% |
| 201 - 300 | 232 | \$981.28 | \$2631.70 | \$3612.98 | \$24.24 | \$5630.26 | \$5630.26 | \$2017.28 | 56% |
| 301 - 400 | 320 | \$3966.08 | \$1395.18 | \$5361.26 | \$26.67 | \$8536.32 | \$8536.32 | \$3175.06 | 59% |
| 401 - 500 | 440 | \$3966.08 | \$3885.88 | \$7851.96 | \$29.33 | \$12910.05 | \$12910.05 | \$5058.09 | 64% |
| 500 - 1000 | 660 | \$9228.49 | \$3085.64 | \$12314.13 | \$32.27 | \$21302.95 | \$21302.95 | \$8988.82 | 73% |
| 1000 - 2000 | 1296 | \$20146.77 | \$9006.20 | \$29152.97 | \$35.49 | \$45991.58 | \$45991.58 | \$16838.61 | 58% |
| 2000 - 3000 | 2818 | \$65822.50 | \$9132.57 | \$74955.07 | \$39.04 | \$110039.93 | \$110039.93 | \$35084.86 | 47% |
| 4000 - 5000 | 4049 | \$65822.50 | \$44420.44 | \$110242.94 | \$43.04 | \$174281.47 | \$174281.47 | \$64038.52 | 58% |

Tabla B.5 Comparación entre tarifa actual y tarifa propuesta para usuarios industriales

| Rangos de Consumo | Consumo Promedio | Tarifa vigente | | | Tarifa propuesta | | | Actual vs Propuesto | Increm. |
|-------------------|------------------|----------------|--------------------------|----------------|---------------------------|--------------------------|----------------|---------------------|---------|
| | | Cargo Fijo | Cargo por m ³ | Total por toma | Tarifa por m ³ | Cargo por m ³ | Total por Toma | | |
| 0 - 50 | 26 | \$118.16 | \$43.38 | \$161.54 | \$6.53 | \$168.75 | \$175.28 | \$13.74 | 9% |
| 51 - 100 | 62 | \$478.58 | \$25.44 | \$504.02 | \$9.80 | \$607.52 | \$617.32 | \$113.30 | 22% |
| 101 - 150 | 124 | \$981.28 | \$487.15 | \$1 468.43 | \$14.69 | \$1 828.92 | \$1 843.61 | \$375.18 | 26% |
| 151 - 200 | 174 | \$981.28 | \$1 482.27 | \$2 463.55 | \$22.04 | \$3 845.45 | \$3 867.49 | \$1 403.94 | 57% |
| 201 - 300 | 227 | \$981.28 | \$2 521.62 | \$3 502.90 | \$24.24 | \$5 496.16 | \$5 520.40 | \$2 017.50 | 58% |
| 301 - 400 | 339 | \$3 966.08 | \$1 816.70 | \$5 782.78 | \$26.67 | \$9 036.86 | \$9 063.53 | \$3 280.75 | 57% |
| 401 - 500 | 455 | \$3 967.08 | \$4 190.87 | \$8 157.95 | \$29.33 | \$13 347.74 | \$13 377.07 | \$5 219.12 | 64% |
| 500 - 1000 | 703 | \$9 228.49 | \$3 909.39 | \$13 137.88 | \$32.27 | \$22 683.01 | \$22 715.28 | \$9 577.39 | 73% |
| 1000 - 2000 | 1 392 | \$20 146.77 | \$11 941.88 | \$32 088.65 | \$35.49 | \$49 413.52 | \$49 449.01 | \$17 360.36 | 54% |
| 2000 - 3000 | 2 467 | \$20 147.77 | \$44 675.33 | \$64 823.10 | \$39.04 | \$96 325.69 | \$96 364.74 | \$31 541.64 | 49% |
| 5000 - 10000 | 7 821 | \$137 510.38 | \$84 160.57 | \$221 670.95 | \$45.20 | \$353 502.21 | \$353 547.41 | \$131 876.45 | 59% |

Tabla B.6 Comparación entre tarifa actual y tarifa propuesta para usuarios de gobierno

| Rangos de Consumo | Consumo Promedio | Tarifa vigente | | | Tarifa propuesta | | | Actual vs Propuesta | Increm. |
|-------------------|------------------|----------------|--------------------------|----------------|---------------------------|--------------------------|----------------|---------------------|---------|
| | | Cargo Fijo | Cargo por m ³ | Total por toma | Tarifa por m ³ | Cargo por m ³ | Total por Toma | | |
| 0 - 50 | 12 | \$118.16 | \$0.00 | \$118.16 | \$6.53 | \$78.97 | \$78.97 | -\$39.19 | (33%) |
| 51 - 100 | 62 | \$478.58 | \$24.22 | \$502.80 | \$9.80 | \$606.57 | \$606.57 | \$103.77 | 21% |
| 101 - 150 | 124 | \$981.28 | \$484.79 | \$1 466.07 | \$14.69 | \$1 827.18 | \$1 827.18 | \$361.11 | 25% |
| 151 - 200 | 174 | \$981.28 | \$1 467.55 | \$2 448.83 | \$22.04 | \$3 829.15 | \$3 829.15 | \$1 380.32 | 56% |
| 201 - 300 | 245 | \$981.28 | \$2 888.27 | \$3 869.55 | \$24.24 | \$5 942.81 | \$5 942.81 | \$2 073.27 | 54% |
| 301 - 400 | 347 | \$3 966.08 | \$1 990.95 | \$5 957.03 | \$26.67 | \$9 264.20 | \$9 264.20 | \$3 307.17 | 56% |
| 401 - 500 | 435 | \$3 966.08 | \$3 784.15 | \$7 750.23 | \$29.33 | \$12 764.06 | \$12 764.06 | \$5 013.82 | 65% |
| 500 - 1000 | 625 | \$9 228.49 | \$2 407.11 | \$11 635.60 | \$32.27 | \$20 166.19 | \$20 166.19 | \$8 530.58 | 73% |
| 1000 - 2000 | 1 910 | \$20 146.77 | \$27 695.49 | \$47 842.26 | \$35.49 | \$67 776.50 | \$67 776.50 | \$19 934.24 | 42% |
| 10000 - 15000 | 14 231 | \$296 273.10 | \$135 148.68 | \$431 421.78 | \$47.46 | \$675 376.20 | \$675 376.20 | \$243 954.42 | 57% |



Anexo C. Formatos sugeridos para los levantamientos de información en campo para agua potable y alcantarillado

Estos formatos tienen como finalidad dar una guía para la realización de encuestas en la población objetivo para el análisis del proyecto, el cual puede ser de introducción de servicio de agua potable o alcantarillado, así como del mejoramiento del servicio de agua potable.

Las encuestas inician con información general de importancia y que es susceptible de utilizarse en los estudios, como son tipo de calles, tipo de vivienda (reflejo del nivel socioeconómico de la zona), índice de hacinamiento y datos de ingresos económicos, el resto de la información es específica y depende de cada tipo de proyecto.

La encuesta de introducción del servicio de agua potable tiene como finalidad determinar el precio del agua para las personas en la zona de servicio y que carecen de servicio formal. Esta población se abastece por lo regular de pipas privadas y/o del municipio, acarrees a pie o con vehículo y son altos consumidores de agua de garrafón, lo cual se ha especificado en el apartado de identificación, cuantificación y valoración de beneficios de proyectos de agua potable.

Las encuestas van a tratar de determinar el volumen consumido y el precio que implica. El volumen consumido se obtiene con base en los recipientes o depósitos en donde almacenan y con qué periodicidad se les suministra dicho volumen. Asimismo se debe de recabar el precio que pagan cada vez que se le suministra para asociarlo al consumo. Es importante anotar quién suministra el servicio para tratar de identificar subsidios, en caso de que existan pipas particulares y del municipio, se tomará como precio social el de las pipas particulares y en caso de que solo sean del

municipio o del organismo operador, se recabará el costo con dichas entidades, el cual debe incluir todos los componentes del proceso: potabilización, acarreo, sueldos gastos de operación del vehículo y depreciación, entre otros.

En las encuestas se ha determinado, en varios sitios, que la población una vez que cuenta con servicio continuo está dispuesta a disminuir el consumo de agua en garrafón, que aunque no se toma como parte del precio implícito del agua si es un beneficio de ahorro de recursos.

Por otro lado, la encuesta de alcantarillado tiene como finalidad analizar en la zona de proyecto los precios por la disposición de las aguas residuales al no existir el servicio formal. Asimismo, se determina el porcentaje de personas que utilizan fosa séptica o letrina, que son los medios más comunes evacuación de las aguas domésticas. Una parte de la encuesta levanta información sobre los costos que les infieren estos sistemas, siendo en las fosas sépticas una inversión importante el costo de desazolve, pero con vida útil de varios años, mientras que en las letrinas los costos de inversión son bajos, pero mínimos costos de operación (generalmente cal hidratada) pero que se reemplazan continuamente.

La encuesta sobre el mejoramiento del servicio determina el precio implícito del agua debido al complemento que tienen que realizar los habitantes de la zona de proyecto ya que el servicio es tandeado, con baja presión o simplemente insuficiente. En estos casos se toma en cuenta el precio medio facturado adicionalmente del resultante de la encuesta, que puede ser pipas, acarrees, tinacos, tanques hidroneumáticos, entre otros, los cuales incrementan el costo del agua.



C. 1 Propuesta de cuestionario por falta de servicio formal de abastecimiento de agua potable en el domicilio

Cuestionario por falta de servicio formal de abastecimiento de agua potable en el domicilio

(No existe servicio de agua potable ni de alcantarillado)

Colonia donde se ubica la vivienda: _____

Ubicación de la vivienda:

a. Fraccionamiento () b. Colonia popular () c. Asentamiento irregular ()

Tipo de calles:

a. Pavimentadas () b. Empedradas () c. Terracería ()

Nombre del encuestador: _____

Fecha: _____

1. ¿Cuántas personas habitan en la vivienda? _____

2. ¿A cuánto ascienden aproximadamente los ingresos familiares mensuales?

| | | |
|-------------------------------|-----|-------------|
| Menos de 3 salarios mínimos | () | MARGINAL |
| Entre 3 y 5 salarios mínimos | () | BAJA |
| Entre 5 y 15 salarios mínimos | () | MEDIA |
| Más de 15 salarios mínimos | () | RESIDENCIAL |

SECCIÓN A

1. ¿Acarrea el agua?

a. Si () b. No () PASAR A SECCIÓN B

2. ¿Cuántas personas acarrear? _____

3. ¿Cuánto tiempo invierten en acarreos al día? _____

4. ¿Qué volumen acarrear por día? (número de recipientes y capacidad estimada)

5. ¿Utiliza algún transporte para acarrear el agua?

a. Si () b. No () PASAR A SECCIÓN B

6. ¿Qué transporte utiliza y cuánto tiempo lo usa para acarreo?

7. ¿Qué costo les representa este transporte para el acarreo?

SECCIÓN B

1. ¿En qué tipo de recipiente almacena el agua potable?

Cisterna o pileta: _____

Tambos y recipientes: _____

¿Cuál es la capacidad de la cisterna? (capacidad = largo * ancho * alto)

¿Cuál es la capacidad de los tambos? (litros o m³)

¿Cada cuando le surten su cisterna? (Especificar: veces/semana, veces/mes)

¿Cada cuándo le llenan sus recipientes? (Especificar: veces/semana, veces/mes)

¿Qué volumen compra? (en m³ por cada vez que compra)

¿Qué volumen compra? (en m³ por cada vez que compra)

¿Cuánto le cobran por ese volumen cada vez?

Cuando es pipa particular: _____

Cuando es del municipio u organismo: _____

SECCIÓN C

1. ¿Consume agua embotellada de garrafón?

a. Si () b. No () PASAR A SECCIÓN D

2. ¿Cuántos garrafones consume a la semana? _____

3. ¿A qué precio se lo venden? _____

4. ¿Usted cree que si tuviera servicio de agua potable disminuiría su consumo de agua de garrafón?

a. Si () b. No () PASAR A SECCIÓN D

5. ¿Cuántos garrafones a la semana consumiría si tuviera servicio de red de agua potable? _____

SECCIÓN D

1. Si existiera en su colonia red de agua potable y costara la conexión (cuota del organismo operador)

¿Estaría dispuesto a conectarse?

a. Si () b. No () FIN DE LA ENCUESTA

2. ¿En cuánto tiempo se conectaría?

a. En el primer año () b. En el segundo año () c. En el tercer año ()
d. Posterior al tercer año ()

C.2 Propuesta de cuestionario para el complemento del servicio de abastecimiento de agua potable en el domicilio

Cuestionario para el complemento del servicio de abastecimiento de agua potable en el domicilio

(Existe servicio de agua potable restringido por tandeo o baja presión)

Colonia donde se ubica la vivienda: _____

Ubicación de la vivienda:

a. Fraccionamiento () b. Colonia popular () c. Asentamiento irregular ()

Tipo de calles:

a. Pavimentadas () b. Empedradas () c. Terracería ()

Nombre del encuestador: _____

Fecha: _____

1. ¿Cuántas personas habitan en la vivienda? _____

2. ¿A cuánto ascienden aproximadamente los ingresos familiares mensuales?

| | | |
|-------------------------------|-----|-------------|
| Menos de 3 salarios mínimos | () | MARGINAL |
| Entre 3 y 5 salarios mínimos | () | BAJA |
| Entre 5 y 15 salarios mínimos | () | MEDIA |
| Más de 15 salarios mínimos | () | RESIDENCIAL |

SECCIÓN A

1. Sobre la información de su recibo de agua:

¿Cuál es el número de cuenta de su toma de agua? _____

¿Cuenta con medidor? Si () b) No ()

¿Funciona el medidor? Si () b) No ()

¿Toman lectura regularmente? Si () b) No ()

¿Cuánto consume por período de acuerdo con el recibo (m^3 /mes o bimestre)?

¿Cuánto paga por dicho consumo? _____

¿Es cuota fija? a. Sí () b. No ()

2. Tiene toma individual de agua potable a. Sí () b. No ()

3. ¿Recibe agua diariamente en su toma? a. Sí () PASAR A LA PREGUNTA 6 b. No ()

4. ¿Cuántas veces a la semana tiene agua? _____

5. ¿Cuántas horas al día tiene agua? _____

6. ¿Tiene problemas de baja presión o tandeo? a. Sí () b. No () PASAR A LA PREGUNTA 9

7. A raíz de los problemas de baja presión o tandeo, ¿se vio en la necesidad de comprar algún dispositivo para mejorar su suministro, como pueden ser cisternas, tinacos o tanques hidroneumáticos?

a. Sí () b. No ()

8. ¿Qué precio tuvieron? _____

9. ¿Utiliza algún método complementario de suministro al no ser suficiente el servicio de agua potable como acarreo, compra de pipas o tambos?
a. Sí () b. No () FIN DE LA ENCUESTA

10. ¿Si compra agua de pipa, en qué tipo de recipiente almacena dicha agua?

¿Cuál es la capacidad de la cisterna? (capacidad = largo * ancho * alto)

¿Cuál es la capacidad de los tambos? (litros o m³)

¿Cada cuando le surten su cisterna? (Especificar: veces/semana, veces/mes)

¿Cada cuándo le llenan sus recipientes? (Especificar: veces/semana, veces/mes)

¿Qué volumen compra? (en m³ por cada vez que compra)

¿Qué volumen compra? (en m³ por cada vez que compra)

¿Cuánto le cobran por ese volumen cada vez?

Cuando es pipa particular: _____

Cuando es del municipio u organismo: _____

11. ¿Acarrea el agua? a. Sí () b. No () PASAR A SECCIÓN B

12. ¿Cuántas personas acarrean? _____

13. ¿Cuánto tiempo invierten en acarreos al día? _____

14. ¿Qué volumen acarrean por día? (número de recipientes y capacidad estimada) _____

15. ¿Utiliza algún transporte para acarrear el agua?

a. Sí () b. No () PASAR A SECCIÓN B

16. ¿Qué transporte es y cuánto tiempo lo usa para acarreo? _____

17. ¿Qué costo les representa este transporte para el acarreo? _____

SECCIÓN B

1. ¿Consume agua embotellada de garrafón?

a. Sí () b. No () PASAR A SECCIÓN D

2. ¿Cuántos garrafones consume a la semana? _____

3. ¿A qué precio se lo venden? _____

4. ¿Usted cree que si tuviera servicio de agua potable disminuiría su consumo de agua de garrafón?

a. Sí () b. No () PASAR A SECCIÓN D

5. ¿Cuántos garrafones a la semana consumiría si tuviera servicio de red de agua potable? _____

C.3 Propuesta de cuestionario sobre el drenaje en el domicilio

Cuestionario sobre el drenaje en el domicilio

(Existe servicio de agua potable)

Colonia donde se ubica la vivienda: _____

Ubicación de la vivienda:

a. Fraccionamiento () b. Colonia popular () c. Asentamiento irregular ()

Tipo de calles:

a. Pavimentadas () b. Empedradas () c. Terracería ()

Nombre del encuestador: _____

Fecha: _____

1. ¿Cuántas personas habitan en la vivienda? _____

2. ¿A cuánto ascienden aproximadamente los ingresos familiares mensuales?

| | | |
|-------------------------------|-----|-------------|
| Menos de 3 salarios mínimos | () | MARGINAL |
| Entre 3 y 5 salarios mínimos | () | BAJA |
| Entre 5 y 15 salarios mínimos | () | MEDIA |
| Más de 15 salarios mínimos | () | RESIDENCIAL |

SECCIÓN A

1. Sobre la información de su recibo de agua:

¿Cuál es el número de cuenta de su toma de agua? _____

¿Cuenta con medidor? Si () b) No ()

¿Funciona el medidor? Si () b) No ()

¿Toman lectura regularmente? Si () b) No ()

¿Cuánto consume por período de acuerdo con el recibo (m^3 /mes o bimestre)?

¿Cuánto paga por dicho consumo? _____

¿Es cuota fija? a. Si () b. No ()

2. Tiene toma individual de agua potable a. Si () b. No ()

3. ¿Recibe agua diariamente en su toma? a. Si () PASAR A LA PREGUNTA 6 b. No ()

4. ¿Cuántas veces a la semana tiene agua? _____

5. ¿Cuántas horas al día tiene agua? _____

6. ¿Utiliza algún método complementario de suministro al no ser suficiente el servicio de agua potable como compra de pipas o tambos?

a. Si () b. No () PASAR A LA SECCIÓN C

b. Letrina:

¿De qué material está construida su letrina?

Ladrillo () Madera () Lámina () Desecho () Otros ()

¿Qué costo aproximado tuvo la construcción? _____

¿Fue mandada construir o la construyeron los habitantes de la vivienda?

a. Habitantes () b. Otros ()

En caso de haber sido construida por los habitantes de la vivienda, ¿cuántas personas intervinieron y que tiempo les llevo hacer la construcción? _____

¿Qué tipo de mantenimiento le da y cuánto le cuesta al mes? _____

¿Cada cuándo requiere construir una nueva letrina? _____

¿A dónde vierte el agua residual del lavadero, lavado de trastes, etc.? _____

Observar si existe alguna afectación cuantificable, anotarla. _____

c) Calle o a cielo abierto _____

En este último caso, ¿qué problema de afectaciones tiene? _____

SECCIÓN D

1. ¿Paga usted renta en esta casa?

() Si, ¿cuánto más al mes estaría dispuesto a pagar de renta si viviera en una casa con drenaje sanitario? _____

() No, ¿cuánto más considera que valdría su casa si contara con drenaje? _____

2. Si existiera en su colonia red de alcantarillado y costara la conexión (cuota del organismo operador)

¿Estaría dispuesto a conectarse? a. Si () b. No () FIN DE LA ENCUESTA

3. ¿En cuánto tiempo se conectaría? a. En el primer año () b. En el segundo año ()

c. En el tercer año () d. Posterior al tercer año ()

4. Una vez conectado al drenaje sanitario, ¿Estaría dispuesto a pagar \$X adicionales al mes en su recibo de agua potable si pudiera contar con drenaje sanitario? a. Si () b. No ()

5. Si la respuesta fue Si, subir el monto en \$X pesos cada vez hasta encontrar el primer NO. Cuota de respuesta NO: _____

6. Es decir ¿usted estaría dispuesto a contribuir con (cifra de la pregunta anterior) \$ _____ adicionales al mes en su recibo de agua potable por contar con drenaje sanitario? a. Si () b. No ()

7. Si su respuesta es NO ¿Cuál sería su aportación máxima al mes? \$ _____

Observaciones _____

C.4 Proyectos de control de inundaciones

(Formato para Obtener Información sobre los Beneficios)

| ENCUESTADOR: | SECTOR: | FECHA: |
|---|---------|--------|
| N° ENCUESTA | | |
| Tiempo habitando el predio (años) | | |
| N° personas que habitan el predio | | |
| N° niños que habitan el predio | | |
| N° inundaciones al año (frente al predio) | | |
| Cada cuántos años hay inundaciones | | |
| Altura del agua (cm) frente a su predio | | |
| Altura del agua (cm) en su predio | | |
| Tiempo desalojo agua (hr) frente a su predio | | |
| Tiempo desalojo agua (hr) en su predio | | |
| ¿Se rebosa el drenaje sanitario frente a su casa? | | |
| ¿Se rebosa su fosa séptica? | | |
| Costo reparación, limpieza o sustitución | | |
| En muebles (comedor, vitrina, etc.) | | |
| En electrodomésticos | | |
| En maquinaria, equipos y equipamiento | | |
| A medios de transporte | | |
| A la vivienda / al local | | |
| Otro daño | | |
| Costo por Enfermedad | | |
| nombre de la enfermedad | | |
| Costo \$/persona (consulta, medicamentos) | | |
| N° enfermos | | |
| Costo Indirecto | | |
| ¿Desaloja su vivienda por la inundación? | | |
| ¿Por cuantos días? | | |
| Costo por día | | |
| Disminución de plusvalía | | |
| ¿Vendería el predio (x las inundaciones)? | | |
| Precio estimado de venta | | |
| Afectación a comercios | | |
| Tipo (salud, abarrotes, etc.) | | |
| ¿Cierra su negocio / hay menores ventas? | | |
| no. de días que cierra o disminuyen las ventas | | |
| Ingresos no obtenidos | | |

| ENCUESTADOR: | SECTOR: | FECHA: |
|---|---------|--------|
| Servicios varios | | |
| Nº días que se afecta el servicio telefónico | | |
| Nº días que se afecta el servicio eléctrico | | |
| Nº días que se afecta la recoja de basura | | |
| Nº días que se afecta el transporte público | | |
| ¿Qué otro servicio se afecta? | | |
| Otras Molestias | | |
| ¿Deja de asistir a su trabajo? (Nº días) | | |
| ¿Dejan de asistir a la escuela? (Nº días) | | |
| ¿Es difícil trasladarse x inundación? (Nº días) | | |
| ¿Menor abasto de productos / mayor precio? | | |
| ¿Qué otra molestia se observa? | | |
| Tiempo Invertido | | |
| Tiempo que dedica a los preparativos (hr) | | |
| Salario mensual | | |

Anexo D. Términos de referencia para la contratación de un curso de capacitación sobre evaluación socioeconómica de proyectos hidráulicos

D.1 Antecedentes

El Gobierno Federal siempre ha coadyuvado con los organismos operadores para contribuir al crecimiento económico y social sostenido del país mediante la aplicación de recursos en proyectos de inversión en el sector hidráulico en los subsectores de agua potable, alcantarillado, saneamiento y mejoramiento de la eficiencia, con apego a las políticas de aplicación racional de recursos establecidas por el Gobierno Federal; sin embargo y debido a la difícil situación económica internacional imperante en nuestros días, la necesidad de utilizar herramientas que permitan tomar decisiones más racionales para la realización o no de inversiones ha cobrado mayor relevancia.

Una de dichas herramientas la constituye la evaluación socioeconómica de proyectos, aplicando diferentes metodologías, cuyos criterios obedecen a factores técnicos, económicos y sociales, así como a la experiencia y conocimientos de las personas que la realizan.

La Unidad de Inversiones perteneciente a la SHCP, se ha inclinado por la metodología de Evaluación Socioeconómica de Proyectos como el estándar a seguir en la evaluación de proyectos, tal como lo demuestra la Guía para Presentación de proyectos de Inversión, emitida por dicha unidad.

Es en este sentido, es necesario que personal de la Comisión Nacional del Agua, Organismos Operadores y comisiones estatales del agua del país que tengan pretensiones de obtener recursos fiscales, deben ser capacitados sobre la metodología de evaluación social de proyectos, mediante instituciones académicas que cumplan con el programa y profesorado establecido por los criterios dispuestos por la SHCP al respecto.

D.2 Justificación

Como política oficial, a partir del ejercicio fiscal del año 2000, las inversiones del gobierno federal deben tener un estudio de evaluación socioeconómica que demuestre una rentabilidad social positiva. Esta cultura de evaluación permitirá fomentar una aplicación de recursos más eficiente en busca del mayor desarrollo del país, por lo que es recomendable asegurar su continuidad.

Ante recursos fiscales cada vez más escasos, la utilidad de la evaluación socioeconómica es precisamente bus-

car la mayor contribución del presupuesto al crecimiento económico del país y su desarrollo social. Lo anterior con el fin de hacer más eficiente la toma de decisiones en materia de inversión en el subsector agua, asegurando que los proyectos a realizar sean los más convenientes para la sociedad.

En este sentido y con objeto de dar cumplimiento a la disposición mencionada, se ha previsto la realización de un curso de evaluación socioeconómica de proyectos que serán impartidos por instituciones académicas reconocidas por la SHCP como capacitadas para impartir dichos cursos, la cual será adjudicada después de un proceso de selección acorde a la normatividad vigente.

D.3 Objetivo

El objetivo es la realización de evaluaciones sociales de proyectos de inversión designados por el Organismo Operador mediante la capacitación de recursos humanos propios del Organismo, que conozcan, dominen y apliquen la evaluación social de proyectos de inversión del sector hidráulico, logrando con ello cumplir con la normatividad de la SHCP descrita anteriormente.

La capacitación será desde un enfoque práctico en un 50% del curso de acuerdo a las necesidades del organismo y de los participantes.

D.4 Alcances

Realizar la evaluación socioeconómica de por lo menos tres obras hidráulicas designadas por el organismo operador y capacitar mínimo a 20 empleados de la dependencia en materia de evaluación social de proyectos, que serán capaces de evaluar los proyectos de inversión del sector hidráulico en el futuro. Preferentemente, deberá ser personal con perfil técnico o relacionado con el tipo de obras a evaluar. El curso constará de un total aproximado de 200 horas.

D.5 Perfil de los participantes

Para realizar una evaluación social no se requiere una profesión específica, sino conocer las características y funcionalidad de la infraestructura hidráulica del sistema, mismo que se va a construir y por ende a evaluar, ya que eso facilita la identificación y valoración de los beneficios y costos.

D.6 Actividades

Las actividades a realizar son las siguientes:

Una plática concisa de medio día en la cual la Institución dará una explicación del concepto y generalidades de beneficios y costos sociales de proyectos de agua potable, alcantarillado, saneamiento y mejoramiento de la eficiencia, dirigido al director general del organismo y a sus directores de área.

El curso o diplomado constará de cinco módulos, de los cuales cuatro son teóricos y uno práctico, se llevarán a cabo en sesiones de siete horas diarias, en donde los primeros cuatro podrán ser en forma continua durante una semana o dos días por semana.

Posteriormente se llevará a cabo el módulo práctico que será en días continuos, donde se prepararán y evaluarán mínimo tres proyectos por diplomado (preferentemente cinco de acuerdo al número de alumnos). Esta fase estará asesorada por dos profesionales de la Institución. Adicionalmente se llevará a cabo un panel de evaluación con un día de duración, para lo cual la Institución enviará a dos profesionales como panelistas.

El contenido de los módulos contendrán en forma enunciativa más no limitativa lo siguiente:

D.6.1 Evaluación económica y financiera

Contendrá todos los fundamentos necesarios para llevar a cabo la evaluación privada de proyectos, como son matemáticas financieras, valor del dinero en el tiempo, tasas de interés, criterios de rentabilidad (VAN, TIR, momento óptimo, TRI), tamaño óptimo de inversiones y análisis de sensibilidad.

D.6.2 Teoría económica para la evaluación de proyectos

Se impartirán los fundamentos de teoría económica para el análisis del funcionamiento de los mercados, como son teoría de oferta y demanda, equilibrio en el mercado, estructuras de mercado, distorsiones, costos de producción, excedente del productor, importaciones, exportaciones y externalidades.

D.6.3 Evaluación socioeconómica de proyectos

Se presentarán las bases para la evaluación socioeconómica de proyectos, se considerarán temas como diferencias entre evaluación socioeconómica y privada, programación de inversiones, valor y costo social de la producción e insumos, análisis de distorsiones, externalidades e intangibles. Es in-

dispensable en este módulo realizar ejemplos numéricos de la obtención de precios sociales a partir de precios de mercado en la forma en que se realizan para los estudios sociales.

D.6.4 Metodologías de evaluación Socioeconómica

Se deben proporcionar todas las bases para las metodologías existentes en el sector agua, como son agua potable, alcantarillado, saneamiento y mejoramiento de la eficiencia; así como protección a centros de población. Es necesario identificar los beneficios y costos sociales y definir las situaciones con y sin proyecto al menos de las siguientes obras:

- Agua potable (nuevas fuentes, sustitución de fuentes por abatimiento y por calidad, rehabilitación de plantas potabilizadoras y redes) y tarificación.
- Alcantarillado (rehabilitación de colectores, colectores nuevos y redes).
- Plantas de tratamiento (nuevos sistemas de tratamiento, así como, rehabilitación y ampliación de plantas de tratamiento existentes).
- Acciones de mejoramiento de la eficiencia (rehabilitación de equipos e infraestructura, macro y micromedición, eficiencia comercial, etc.).
- Protección a centros de población por inundaciones.

Asimismo, es indispensable un ejercicio sobre la realización de una curva elasticidad precio-demanda con encuestas proporcionadas por la institución educativa de algún caso que hayan realizado anteriormente.

D.6.5 Fase práctica de evaluación de proyectos

Durante la fase práctica del curso de evaluación de los proyectos, los participantes del curso o diplomado evaluarán los proyectos proporcionados por el Organismo Operador mediante su cartera de proyectos y se seleccionarán bajo sugerencia de la Institución educativa seleccionada, los cuales en un momento dado podrán formar parte del programa de inversiones de los próximos años.

D.7 Materiales

Es importante señalar que para esta fase el organismo operador deberá facilitar por lo menos uno o dos equipos de cómputo para cada grupo de participantes y un área de trabajo para la realización de esta parte del curso; adicionalmente, debe proporcionar la información necesaria para realizar la evaluación, lo cual requerirá la participación de las áreas técnica, comercial, administrativa y de los trabajos de campo.

La institución proporcionará materiales didácticos para cada uno de los participantes (se consideran treinta por diplomado), incluyendo la carpeta para guardar el material, así como el material original de cada módulo.

D.8 Programa de trabajo

| Módulo | Tema | Fecha de inicio |
|--------|--|-----------------|
| | Plática a directivos | |
| 1 | Evaluación económica y financiera de proyectos | |
| 2 | Teoría económica para evaluación de proyectos | |
| 3 | Teoría de evaluación social de proyectos | |
| 4 | Metodologías sobre evaluación social | |
| 5 | Fase práctica | |

D.9 Producto del curso

El producto que se obtendrá del curso será entre tres y cinco proyectos evaluados socialmente (dependiendo del número de participantes) por personal del organismo operador con asesoría de la Institución académica, los cuales estarán en condiciones de ser presentados a la Comisión Nacional del Agua para su certificación.

El organismo operador será el propietario del producto obtenido, tanto en material escrito como en medio magnético (disco compacto o disquete) incluyendo el material escrito y las hojas de cálculo con fórmulas.

Para los participantes que hayan tenido como mínimo el 80% de asistencia y acreditado los módulos, se les entregará un diploma por parte de la Institución en donde reconoce que aprobaron el curso y que son reconocidos por la misma Institución como personal capacitado para realizar evaluaciones sociales en forma satisfactoria.

Anexo E. Términos de referencia para la elaboración del estudio de evaluación socioeconómica del proyecto de abastecimiento de agua potable.

E.1 Introducción

Como parte fundamental de la política fiscal en México, las inversiones del Gobierno Federal deberán tener estudio de evaluación socioeconómica que demuestre su rentabilidad social positiva.

Ante los recursos fiscales cada vez más escasos, y que los proyectos en cartera tienen rentabilidades muy variables, la utilidad de la evaluación socioeconómica es la reasignación del presupuesto para buscar una mayor contribución del mismo al crecimiento económico del país acompañado de un desarrollo social. Lo anterior promoverá una toma de decisiones más eficiente en materia de inversión en el Subsector Agua, asegurándose que los proyectos a realizar sean los más convenientes para la sociedad.

Agregar antecedentes del proyecto

E.2 Objetivo

Los presentes términos de referencia tienen como objetivo la realización del estudio de evaluación socioeconómica del acueducto objeto del presente estudio de acuerdo a los siguientes objetivos específicos:

- a. Cumplir de manera cabal con los lineamientos y guión para el estudio determinado por la SHCP.
- b. Efectuar los análisis básicos y visitas de campo para el planteamiento, obtención y generación de la información necesaria para el diseño de la evaluación costo beneficio de las obras objeto del presente contrato.
- c. Presentar la evaluación costo beneficio, con los indicadores de rentabilidad establecidos en la normatividad vigente y los respectivos análisis de sensibilidad de dicha evaluación, de acuerdo a la normatividad vigente para este tipo de evaluaciones.

Se deberá analizar la información existente de estudios, mismos que serán proporcionados para su análisis y estudio, con base en esto y de manera conjunta con la información recabada en campo, el contratista propondrá los beneficios a considerar como directamente atribuibles al proyecto analizado e incluso aquellos que se deban considerar como intangibles o externalidades.

El análisis Costo-Beneficio consistirá en una evaluación del proyecto a nivel de factibilidad, y deberá estar sustentada en información confiable y adecuada para este nivel de estudio que permita llevar a cabo las cuantificaciones correspondientes cuando éstas sean viables de realizar.

E.3 Alcances

La evaluación socioeconómica deberá realizarse de acuerdo al guión y lineamientos emitidos por la SHCP para este tipo de estudios, de lo cual se puede destacar:

- a. Analizar la problemática actual y futura de los servicios (agua potable, alcantarillado o tratamiento de aguas residuales, según sea el caso) en la ciudad de acuerdo a las características y disponibilidad de la infraestructura y recursos naturales actuales, así como el crecimiento de la población. Considerará un resumen del funcionamiento de los sistemas de agua potable, alcantarillado y saneamiento de las ciudades beneficiadas.
- b. Identificar y cuantificar los costos y beneficios sociales asociados al proyecto, es decir todos aquellos que se originan del mismo, tanto cuantificable como cualitativo.
- c. Comparar los beneficios y costos que dicho proyecto implica para la sociedad. Mediante el uso de indicadores de rentabilidad determinará el efecto del proyecto en términos de aumento o disminución en el bienestar social y económico para la región. La información utilizada en esta evaluación debe ser detallada y adecuada para este nivel de estudio, haciendo uso de toda la información disponible; proyectos y estudios realizados, bibliografía especializada, además de cotizaciones y encuestas elaboradas específicamente para obtener información para este estudio.

E.4 Descripción de actividades

Para la elaboración del presente estudio, atendiendo al objetivo y alcances señalados en los dos apartados anteriores, las actividades requeridas se detallan como sigue:

1. Visitas de campo, obtención y revisión de información complementaria

Para establecer de manera cualitativa los beneficios potenciales asociados al proyecto, se realizarán las visitas de

campo necesarias para que el contratista pueda identificar los beneficios estimados del proyecto en la zona del proyecto, deberá hacer mención a las afectaciones directas e indirectas que el proyecto tendrá. Los beneficios identificados deben ser congruentes con la problemática planteada a la que el proyecto da solución.

Respecto de los costos, se recopilará la información necesaria y consideraciones hechas para la realización del proyecto de inversión.

Se elaborará un reporte cualitativo el cual se listen los beneficios y costos así como la forma en que se prevé la cuantificación de éstos, planteando las medidas que se tomaron para generar toda la información que se previó necesaria.

2. Procesamiento de información

La consultora deberá considerar la generación de la información necesaria para obtener los beneficios y costos asociados al proyecto, inclusive encuestas de ser necesario para obtener la función de demanda. Deberá analizar la información sobre los crecimientos urbanos la estrategia del manejo de las fuentes existentes y la de proyecto para calcular la situación con y sin proyecto.

3. Evaluación socioeconómica del proyecto

La estructura del análisis costo y beneficio deberá ser el siguiente:

1. Resumen ejecutivo.
2. Situación sin proyecto y posibles soluciones.
3. Descripción del proyecto.
4. Situación con proyecto.
5. Evaluación del proyecto.
6. Análisis de sensibilidad y riesgos.
7. Conclusiones.

Informe final acorde a lo especificado en los presentes términos de referencia.

E.5 Contenido del estudio

1. Resumen Ejecutivo

El resumen ejecutivo deberá presentar el origen y la visión global del proyecto, describiendo brevemente sus aspectos más relevantes. Se explicará en forma concisa:

- 1.1 La problemática que se pretende resolver.
- 1.2 La descripción del proyecto señalando sus principales características.
- 1.3 Resumen de los componentes y el costo privado del proyecto (con el Impuesto al Valor Agregado).

1.4 Las razones que sustentan la elección de la alternativa para resolver dicha problemática.

1.5 Los indicadores de rentabilidad.

1.6 Los riesgos asociados a su construcción e implementación.

2. Situación sin proyecto y posibles soluciones

Se realizará un resumen cualitativo del origen del proyecto y el objetivo que plantea su realización. Este análisis tendrá como marco de referencia la ciudad que resulta beneficiada por el proyecto. Lo anterior en términos de las principales características sociales, políticas y económicas existentes las poblaciones involucradas.

Respecto de la infraestructura, se incluirán los datos del organismo operador en la zona del proyecto; como son número de tomas y descargas en su clasificación correspondiente; coberturas de micro y macromedición; y niveles de eficiencia física y comercial. De forma particular se deben incluir las coberturas y descripción general de cada uno de los sistemas de agua potable, alcantarillado y saneamiento. Se recomienda agregar planos, mapas, y croquis para visualizar la situación de estos sistemas en las ciudades involucradas.

Enumerando las afectaciones del proyecto en el área, describirá detalladamente la problemática a la que éste da solución. Se dará énfasis a la descripción general de los aspectos económico más relevantes, poniendo particular atención en aquellos que se verán afectados –tanto positiva como negativamente- por la realización del proyecto.

a. Situación actual optimizada

Determinará las acciones que permitan optimizar la situación actual para no atribuirle beneficios y costos al proyecto que no le corresponden. Los resultados de dichas acciones podrían conseguirse sin realizar la inversión del proyecto y corresponden a todas aquellas establecidas en programas o proyectos de inversión, programados o en marcha; es decir acciones que se realizarían independientemente del proyecto aquí analizado.

Se deberá incluir una tabla indicando la proyección de la situación actual y de la situación actual optimizada. Entre las acciones a incluir deberá estar un programa de reducción de agua no contabilizada.

b. Análisis de oferta

Describirá la problemática del agua en la zona de estudio. Recopilará y organizará la información necesaria para la

determinar la oferta real en la zona del proyecto. Recopilará información sobre la oferta hidrológica en cuanto a su disponibilidad en cantidad y calidad, determinando el régimen de oferta actual (gasto firme, gastos máximos, curva de probabilidades de déficit, entre otros).

En resumen, identificando los servicios actuales se determinarán las condiciones en las que actualmente se genera la oferta, y a partir de este análisis determinarán los posibles escenarios.

Es muy importante destacar la ubicación de las fuentes actuales, su grado de explotación y la degradación que ha venido presentando.

c. Análisis de demanda

Analizará y describirá las características de la demanda del proyecto en la zona. Se atenderá al consumo actual de todos los sectores –doméstico, comercial e industrial- así como a la proyección de las necesidades de consumo futuro de cada uno. En el caso del agua potable, la proyección podrá realizarse suponiendo que no se presentaran cambios en los hábitos de consumo. En caso de considerar que pueden darse cambios en el los patrones de consumo, los resultados deberán presentarse como un análisis paralelo al escenario donde estos no se consideran.

Al analizar la demanda se deben identificar los costos implícitos que afectan a los demandantes para tener acceso al bien o servicio analizado, cuantificarlos y valorarlos con el fin de posteriormente incluirlos en el costo social del bien demandado.

Para analizar la demanda total se puede utilizar una tabla como la que aquí se muestra a continuación con información hipotética.

En la medición de la rentabilidad de los proyectos de agua potable, el enfoque se sustenta en valorar la disponibilidad adicional de agua, que permite un proyecto, a través de la máxima disposición a pagar (DAP) por ella por los consumidores. Según los principios de la teoría del comportamiento del consumidor esta máxima disposición a pagar se puede aproximar por el área bajo la curva de demanda de agua potable entre las cantidades consumidas con y sin proyecto.

La DAP es una medida monetaria del cambio en bienestar de un consumidor que tiene acceso a unidades adicionales del bien en cuestión. Se define como el máximo monto de ingreso que el consumidor estaría dispuesto a gastar con tal de obtener dichas unidades adicionales.

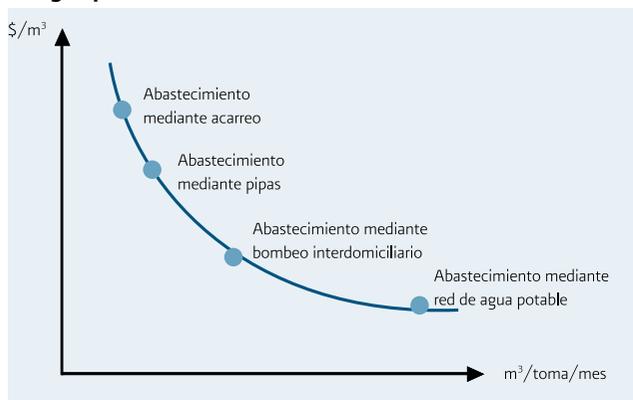
La de demanda se define como el máximo precio que se está dispuesto a pagar por cada unidad adicional del bien. Equivalentemente, es la máxima cantidad que se está dispuesto a consumir del bien dado su precio. A diferencia de la evaluación privada o financiera de proyectos, la DAP supera el pago que efectivamente se hace a través de la tarifa. Esta diferencia entre la DAP y lo que efectivamente se paga se conoce por excedente del consumidor. La evaluación económica de proyectos reconoce este excedente como parte de los beneficios del proyecto, aunque no presente una transferencia de dinero (pago) entre el que ofrece el servicio y quién lo recibe.

La relación precio-cantidad de los diferentes medios de abastecimiento en la población permite definir la curva de demanda tal como se señala esquemáticamente en la siguiente figura.

| Año | Población CONAPO | Cob. | Tomas domésticas | Consumo doméstico | Tomas comerciales | Consumo comercial | Tomas indust. | Consumo industrial | Consumo del sistema | Pérdidas del sistema | Demanda Total |
|------|------------------|--------|------------------|--------------------------|-------------------|--------------------------|---------------|--------------------------|---------------------|----------------------|---------------------|
| - | (Hab) | (%) | (tomas) | m ³ /toma/mes | (tomas) | m ³ /toma/mes | (tomas) | m ³ /toma/mes | (m ³ /s) | % | (m ³ /s) |
| 2008 | 687 968 | 98.56% | 215 276 | 18.09 | 11 048 | 51 | 386 | 817 | 2.18 | 13.2% | 2.51 |
| 2009 | 702 959 | 98.62% | 221 776 | 18.09 | 11 159 | 51 | 388 | 817 | 2.23 | 13.2% | 2.57 |
| 2010 | 717 711 | 98.68% | 228 276 | 18.09 | 11 270 | 51 | 390 | 817 | 2.29 | 13.2% | 2.64 |
| 2011 | 732 214 | 98.74% | 234 776 | 18.09 | 11 383 | 51 | 392 | 817 | 2.35 | 13.2% | 2.70 |



Figura E.1 Costo de los diferentes modos de abastecimiento de agua potable



La empresa consultora propondrá a la dependencia la metodología para determinar esta curva para su aprobación.

d. Análisis oferta-demanda

Para hacer el análisis integral de la oferta-demanda, se deberá tomar en cuenta la proyección de la población, información histórica de consumos, facturaciones, tomas, entre otros, con la finalidad de hacer las proyecciones con y sin proyecto de los factores que inciden en el proyecto.

e. Análisis de alternativas

La consultora recopilará los estudios realizados para la ejecución de las obras del proyecto, describirá la alternativa seleccionada en todos sus aspectos, alcances y etapas, desde su concepción física y componentes hasta su concepción operativa, capacidad de diseño y estimación o proyección de su utilización en el tiempo. Esta información es la base para la estimación y definición del nivel de solución que brindará o solucionará el proyecto, así como para definir la inversión necesaria y los costos de operación y mantenimiento del mismo. Deberá hacerse uso de mapas, croquis, diagramas o esquemas para facilitar su presentación y correcto planteamiento.

Alternativas

Deben mencionarse las alternativas que se estudiaron para sustentar la decisión de que el proyecto es la mejor de ellas. Incluirá un comparativo de las alternativas que en su momento se consideraron para solucionar la problemática que dio origen al proyecto. Debe considerarse que sólo son comparativas aquellas alternativas, que como el proyecto, cumplen con los criterios de factibilidad técnica acordes a las condiciones existentes.

Realizar un resumen de las alternativas de solución analizadas con la información que se muestra en la siguiente tabla:

| Alternativa | Capacidad instalada (m³/\$) | Breve descripción técnica | Monto total de inversión (\$) | Costo de Operación fijo (\$/año) | Costo de operación variable (\$/m³) | Costo de mantenimiento (\$/año) | Vida útil | Valor presente de los costos (VPC) (\$) | Costo Anual Equivalente (CAE) |
|-------------|-----------------------------|---------------------------|-------------------------------|----------------------------------|-------------------------------------|---------------------------------|-----------|---|-------------------------------|
| 1 | | | | | | | | | |
| 2 | | | | | | | | | |
| 3 | | | | | | | | | |

Si las alternativas presentan la misma vida útil, deberá seleccionarse aquélla que tenga el menor Valor Presente de Costos (VPC).

Si las alternativas técnicas de solución tienen diferente vida útil, deberá elegirse la que presente el menor Costo Anual Equivalente (CAE).

3 Descripción del proyecto

Se realizará un resumen cualitativo del origen del proyecto y el objetivo que plantea su realización. El marco de referencia son las localidades beneficiadas en los municipios. Dentro de este análisis se consideran las principales características sociales, políticas y económicas existentes en las poblaciones involucradas.

En esta sección se deberán señalar las características más importantes del proyecto, incluyendo lo siguiente:

- 3.1 **Objetivo.** Es la descripción de cómo el proyecto contribuye en el mediano o largo plazo, a la consecución de los objetivos y estrategias establecidos en el Plan Nacional de Desarrollo, los programas sectoriales, regionales y especiales, así como al documento de planeación al que hace referencia el artículo 34, fracción I de la Ley Federal de Presupuesto y Responsabilidad Hacendaria.
- 3.2 **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.

- 3.3 Componentes.** Indicar el número, tipo y principales características de los activos que resultarían de la realización del proyecto, los cuales son necesarios para alcanzar el propósito del mismo.
- 3.4 Calendario de Actividades.** Indicar en un diagrama de Gantt la programación estimada de las principales acciones que se requieren para generar los componentes del proyecto, las pruebas y la operación.
- 3.5 Tipo de proyecto o programa.** Se clasifica como proyecto de infraestructura económica.
- 3.6 Ramo administrativo, sector económico y la localización geográfica.** El ramo administrativo al que pertenece este tipo de proyectos es el de Medio Ambiente y Recursos Naturales.
El sector económico conforme a las grandes divisiones del PIB. En lo que respecta a la localización geográfica se deberá indicar en un mapa y describir la ubicación de la obra.
- 3.7 Vida útil del proyecto.** Indicar el periodo de operación conforme a la tecnología seleccionada. Este valor será clave para determinar el horizonte de evaluación del proyecto.
- 3.8 Capacidad instalada.** Señalar el caudal nominal a conducir de agua potable.
- 3.9 Metas anuales y totales.** Flujo de agua potable a suministrar, habitantes beneficiados.
- 3.10 Ingresos o ahorros 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.
- 3.11 Resumen de los aspectos más relevantes.** Es importante describir los elementos clave de las evaluaciones técnica, legal y ambiental del proyecto. Este capítulo es conocido como manifestación del ejecutor. Es necesario que el evaluador recapitule la información disponible de estos aspectos y se asegure de la congruencia con la evaluación socioeconómica e integral del proyecto.
- 3.12 El costo total del proyecto.** Considerando por separado las erogaciones a realizar, tanto en la etapa de ejecución como en la de operación; tanto a precios privados como sociales.
- 3.12.1** 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, identificando el costo por supervisión de la obra.
- 3.12.2** Para la etapa de operación, la distribución de las

erogaciones a realizar en sus principales rubros costos de operación y mantenimiento desglosando los costos fijos (ej. nómina) y variables (energía, químicos, etc.).

- 3.13 Las fuentes de recursos.** Incluyendo su calendarización estimada y su distribución entre recursos públicos (federales, estatales y municipales) y privados.
- 3.14 Supuestos técnicos, sociales y económicos.** Señalando los más importantes para efectos de la evaluación, tales como crecimiento esperado del Producto Interno Bruto, de la población, tipo de cambio, costo de los combustibles, precios de los productos, entre otros.
- 3.15 Infraestructura existente y proyectos en desarrollo que podrían verse afectados por la realización del proyecto.** La construcción y operación del proyecto pueden ocasionar variaciones en la infraestructura existente o en su operación.

4. Situación con proyecto

Se considerará el impacto que representa la realización del proyecto. Deberá compararse la situación sin proyecto optimizada versus la situación con proyecto, de tal manera que se identifiquen puntualmente los impactos exclusivos de las obras a realizar, éstos últimos se reflejarán en un flujo de costos y beneficios. Este análisis deberá basarse en las estimaciones de la oferta y la demanda proyectadas para esta evaluación socioeconómica.

5. Evaluación socioeconómica

Considerará el impacto que representa la realización del proyecto. Deberá compararse la situación sin proyecto optimizada con la situación con proyecto de tal manera que se identifiquen puntualmente los impactos exclusivos de las obras a realizar, éstos últimos se reflejarán en un flujo de costos y beneficios. Este análisis deberá basarse en las estimaciones de la oferta y la demanda estimadas para esta evaluación socioeconómica.

Deberán identificarse, cuantificarse y valorarse los beneficios y costos atribuibles al proyecto, explicando por qué son considerados como tales y cómo se obtuvieron los valores para cada uno de ellos. Establecerá de manera cuantitativa las unidades físicas en las que se convirtieron los costos y beneficios identificados, y se valorará monetariamente cada una de las unidades de costos y beneficios a través de los precios sociales atribuibles a éstos.

Cuando en su caso no pueda atribuirse un precio a un beneficio o costo, el consultor dejará establecido de ma-

nera cualitativa el concepto, indicando la inviabilidad de establecer en términos monetarios el monto del concepto enfatizando el impacto real del proyecto en la problemática particular.

Respecto de los montos calculados por concepto de costo o beneficio, éstos deben presentarse en periodo de tiempo de evaluación, especificándose y justificándose los supuestos utilizados para llevar a cabo las proyecciones. En esta sección se deberá identificar en el horizonte de evaluación las etapas del proyecto que se pretenden llevar a cabo.

5.1 Cálculo de Rentabilidad

A fin de demostrar si el proyecto es susceptible de generar por sí mismo beneficios netos para la sociedad bajo supuestos razonables, identificará y cuantificará en términos monetarios el flujo de los costos y beneficios atribuibles al proyecto a lo largo del horizonte de evaluación y sobre éstos estimará los criterios de rentabilidad que aquí se especifiquen.

Ya que la evaluación del proyecto debe tomar en cuenta los efectos directos e indirectos (incluyendo externalidades y efectos intangibles), derivados de su realización a fin de determinar su impacto sobre la sociedad, la cuantificación de los costos y beneficios debe realizarse considerando precios sociales. Estos últimos se refieren a aquellos que reflejan el costo real de la producción o utilización de un determinado bien o servicio, es decir el valor real que un individuo atribuye a un bien con base en las mejores alternativas que tiene disponible.

Respecto de los indicadores de rentabilidad, se deberán realizar los cálculos para determinar:

- Valor Actual Neto (VAN),
- Tasa Interna de Retorno (TIR) y
- Tasa de Rendimiento Inmediato (TRI),

6 Análisis de sensibilidad de riesgos

Se identificarán los efectos que ocasionaría la modificación en las principales variables de: inversión y costos de operación, beneficios de proyecto, y la tasa de descuento, sobre los indicadores de rentabilidad del proyecto –VAN, TIR y en su caso TRI-. Asimismo se deberán considerar los riesgos que en la realización del proyecto puedan afectar su rentabilidad, tanto en la etapa de ejecución como en la operación.

Establecerá el efecto derivado de variaciones porcentuales en las variables mencionadas, señalando los efectos de éstas sobre los criterios de rentabilidad en cuanto a la susceptibilidad que ocasionan las variaciones.

Se debe presentar la variación porcentual de la variable que se sensibiliza, respecto al valor utilizado y/o los supuestos considerados para la misma evaluación, así como el efecto que dicha variación causa en el indicador de rentabilidad.

7. Conclusiones

Exponer de forma clara y precisa los argumentos por los cuales el proyecto debe realizarse. Los principales beneficios y costos, las conclusiones del análisis de sensibilidad, etc.

E.6 Especificaciones generales

Se entenderá por especificaciones generales del estudio, al conjunto de disposiciones, requisitos e instrucciones que, a manera de cláusulas, normarán la actuación de la dependencia y el consultor durante su ejecución. Ambas partes, al amparo de estos términos de referencia, estarán obligadas legalmente a cumplir con las cláusulas siguientes:

Se entenderá por especificaciones generales del estudio, al conjunto de disposiciones, requisitos e instrucciones que, a manera de cláusulas, normarán la actuación de la dependencia y el consultor durante su ejecución. Ambas partes, al amparo de estos términos de referencia, estarán obligadas legalmente a cumplir con las cláusulas siguientes:

- a. La empresa participante deberá contar con personal que tenga comprobada experiencia en la realización de estudios de evaluación socioeconómica relacionados con el subsector hidráulico (agua potable, saneamiento, riego agrícola y protección a centros de población).
- b. El alcance de los servicios se encuentra especificado de acuerdo a los presentes términos de referencia.
- c. Los precios cotizados por el consultor consideran cubiertos todos los gastos directos e indirectos para realizar las actividades objeto de este trabajo.

Los precios unitarios de los conceptos de trabajo, deberán ser determinados y estructurados con costos directos, indirectos, de financiamiento, con cargo por utilidad y cargos adicionales, donde se incluirán los materiales a utilizar con sus correspondientes consumos y costos, y de mano de obra, de la maquinaria o equipo requerido, incluyendo el científico, de cómputo, de medición y, en general el necesario para proporcionar el servicio, con sus correspondientes rendimientos y costos.

- d. La dependencia entregará al consultor la información de interés que obre en su poder para la zona de estudio.
- e. Será obligación del consultor contar con el personal idóneo para llevar a cabo el seguimiento del estudio contratado y que será a satisfacción de la dependencia.

- f. Las propuestas económicas deberán incluir las erogaciones por parte del Consultor para sostener la plantilla idónea y suficiente para que pueda llevar a cabo y cumplir satisfactoriamente con sus actividades.

En la realización de los trabajos, se deberán prever los impactos económicos, sociales, ambientales y ecológicos que se originen con su ejecución; de realizarse dentro de un centro de población o cerca de él, deberán ser acordes con los programas de desarrollo urbano que determine la ley de la materia

- g. El consultor deberá contar con personal directivo capacitado para dirigir y manejar las actividades especificadas indicadas en estos términos de referencia, de tal forma que el seguimiento del estudio encomendado cumpla con los requisitos del programa y con la calidad.
- h. El consultor está obligado a proporcionar el reporte final impreso en documento (cuatro impresiones) y grabado en medios magnéticos (dos discos compactos).
- i. El consultor deberá entregar para su revisión por lo menos un informe de avance cuando la convocante lo solicite, y ésta verificará los trabajos del estudio para hacer las observaciones y correcciones necesarias para que el consultor las corrija en su desarrollo.
- j. El consultor deberá presentar la última exposición ante la convocante. Las observaciones que resulten de esta presentación se anotarán y el consultor procederá a realizar los ajustes finales para llevar a cabo la impresión del informe final.
- k. El consultor deberá entregar a la institución contratante, como parte anexa del informe final, toda la información generada durante el estudio.
- l. La información recabada y generada como parte del estudio, todo el material gráfico, textual y magnético que forma parte del mismo, se consideran propiedad exclusiva de la contratante. Por lo tanto, sin previa autorización escrita de ésta, el Consultor no podrá proporcionar la información y el material citado a otras dependencias, ni divulgar a través de conferencias, publicaciones u otros medios.
- m. Los archivos se deberán entregar en paquetería de procesador de textos y hojas de cálculo, los cuales no deberán tener claves de acceso y los archivos de las hojas de cálculo deberán de contener todas las fórmulas utilizadas para realizar los cálculos.

E.7 Especificaciones técnicas

En todas las actividades especificadas en este documento, el Consultor deberá especificar claramente las metodologías y técnicas que utilizará en la ejecución de las mismas, así

como las fuentes de información de los datos utilizados para tal efecto.

El Consultor será responsable de mantener la confidencialidad de la información de todo tipo que se le entregue para la realización del estudio como en el estudio costo beneficio que se elaborará, ya que estos son propiedad de la Institución contratante.

E.8 Presentación de avances

Deberá al menos haber tres reuniones de presentación de avances, la primera al término del planteamiento de la situación actual y optimizada, la segunda al término de la valoración de los costos y beneficios y una sobre la presentación final.

E.9 Informe final

Se entregará un informe final, el cual se realizará de acuerdo a la estructura contenida en los lineamientos vigentes, e incluirá los resultados obtenidos en todas y cada una de las actividades especificadas.

De dicho informe se entregaran cuatro juegos. Como respaldos del documento y la presentación se entregarán dos discos compactos con los archivos digitales de la presentación y el informe final.

E.10 Productos a entregar

Un informe final con los resultados objeto de los presentes términos de referencia. El análisis contendrá los elementos descriptivos para su correcto planteamiento; a continuación se enlistan los apartados recomendables para la presentación del estudio, pero también deberá de consultarse la normatividad emitida por la SHCP para la estructura y realización de los estudios.

Nota importante

La tasa de descuento que el evaluador considere para el cálculo de los indicadores mencionados debe tener elección justificada en las condiciones del mercado durante la vida del proyecto, el tipo de proyecto, el horizonte de evaluación, la estructura de financiamiento, etc. A este respecto la Secretaría de Hacienda y Crédito Público, recomienda para la evaluación de este tipo de proyectos considerar una tasa de descuento del 12% anual o alguna otra que la SHCP indique. De forma paralela el horizonte de evaluación mínimo recomendable por CONAGUA para la evaluación de este tipo de proyectos es de mínimo veinte años de operación.

Respecto del análisis de sensibilidad, el rango de variación de las variables a considerar deberá tener sustento en criterios utilizados para proyectos similares, en caso contrario deberá justificarse la elección para los movimientos elegidos en las variables.

E.11 Plazo de ejecución

El plazo de ejecución de los trabajos será de XXX días naturales contados a partir de la fecha de iniciación de los trabajos.

E.12 Forma de pago

Las estimaciones de los trabajos ejecutados se deberán formular con una periodicidad no mayor de un mes y por conceptos terminados. El contratista deberá presentarlas a la dependencia dentro de los seis días naturales siguientes a la fecha de corte para el pago de las estimaciones, acompañadas de la documentación que acredite la procedencia de su pago; la dependencia realizará la revisión y autorización de las estimaciones y contará con un plazo no mayor de quince días naturales siguientes a su presentación. En el supuesto de que surjan diferencias técnicas o numéricas que no puedan ser autorizadas dentro de dicho plazo, éstas se resolverán e incorporarán en la siguiente estimación.

Anexo F. Términos de referencia para realizar el estudio socioeconómico de la construcción de la planta de tratamiento de aguas residuales

F.1 Introducción

Como parte fundamental de la política fiscal en México, las inversiones del Gobierno Federal deberán tener estudio de evaluación socioeconómica que demuestre su rentabilidad social positiva.

Ante los recursos fiscales cada vez más escasos, y que los proyectos en cartera tienen rentabilidades muy variables, la utilidad de la evaluación socioeconómica es la reasignación del presupuesto para buscar una mayor contribución del mismo al crecimiento económico del país acompañado de un desarrollo social. Lo anterior promoverá una toma de decisiones más eficiente en materia de inversión en el subsector agua, asegurándose que los proyectos a realizar sean los más convenientes para la sociedad.

De igual forma una de las prioridades que ha establecido el Gobierno Federal, es el tratamiento de aguas residuales en las diferentes localidades del país.

F.2 Objetivo

Los presentes términos de referencia tienen como objetivo la realización del estudio de evaluación socioeconómica de la planta de tratamiento objeto del presente estudio de acuerdo a los siguientes objetivos específicos:

- a. Cumplir de manera cabal con los lineamientos y guión para el estudio determinado por la SHCP.
- b. Efectuar los análisis básicos y visitas de campo para el planeamiento, obtención y generación de la información necesaria para el diseño de la evaluación costo beneficio de las obras objeto del presente contrato.
- c. Considerar los análisis hidrológicos y simulaciones realizados para obtener las áreas de inundación en diferentes periodos de retorno y asociarlo a posibles daños en la población.
- d. Presentar la evaluación costo beneficio, con los indicadores de rentabilidad establecidos en la normatividad vigente y los respectivos análisis de sensibilidad de dicha evaluación, de acuerdo a la normatividad vigente para este tipo de evaluaciones.

Se deberá analizar la información existente de estudios, mismos que serán proporcionados para su análisis y estudio, con base en esto y de manera conjunta con la información recabada en campo, el contratista propondrá los beneficios

a considerar como directamente atribuibles al proyecto analizado e incluso aquellos que se deban considerar como intangibles o externalidades.

El análisis costo-beneficio consistirá en una evaluación del proyecto a nivel de factibilidad, y deberá estar sustentada en información confiable y adecuada para este nivel de estudio que permita llevar a cabo las cuantificaciones correspondientes cuando éstas sean viables de realizar.

F.3 Alcances

Para la evaluación socioeconómica de los proyectos de las plantas de tratamiento, se deberán incluir las obras complementarias para obtener los costos y beneficios asociados al proyecto, como pueden ser colectores, emisores e infraestructura necesaria para el reuso del agua. Se considerará dentro del estudio el,

- e. Analizar la problemática actual y futura de los servicios de recolección y tratamiento de aguas residuales, en el proyecto de construcción para análisis, considerando las características de las localidades, la disponibilidad de la infraestructura y el impacto sobre los recursos naturales actuales, así como el crecimiento de la población.
- f. Identificar y cuantificar los costos y beneficios sociales asociados al proyecto, se especificarán todos aquéllos que se originan del mismo, tanto cuantificable como cualitativo.
- g. Comparar los beneficios y costos que el proyecto de saneamiento implican para la sociedad. Se hará uso de indicadores de rentabilidad para determinar el efecto del proyecto en términos de aumento o disminución en el bienestar social y económico para la región. La información utilizada en esta evaluación se realizará con los estudios de factibilidad, ingeniería básica y proyectos ejecutivos en su caso, de igual forma se recurrirá a las instancias correspondientes para obtener información puntual, con la finalidad de que sea detallada y adecuada para el estudio. De igual forma se hará uso de toda la información disponible; proyectos y estudios realizados, bibliografía especializada, además de cotizaciones y encuestas que se puedan realizar para la elaboración de este estudio.

Se hará revisión de los lineamientos establecidos por la Unidad de Inversiones de la SHCP para este tipo de estudios.

F.4 Descripción de actividades

La estructura del análisis costo y beneficio deberá ser la siguiente:

1. Resumen ejecutivo
2. Situación sin Proyecto y Posibles Soluciones
3. Descripción del Proyecto
4. Situación con Proyecto
5. Evaluación del Proyecto
6. Análisis de Sensibilidad y Riesgos
7. Conclusiones

1. Resumen ejecutivo

El resumen ejecutivo deberá presentar el origen y la visión global del proyecto, describiendo brevemente sus aspectos más relevantes. Se explicará en forma concisa:

- 1.1 La problemática que se pretende resolver.
- 1.2 La descripción del proyecto señalando sus principales características.
- 1.3 Resumen de los componentes y el costo privado del proyecto (con el impuesto al valor agregado).
- 1.4 Las razones que sustentan la elección de la alternativa para resolver dicha problemática.
- 1.5 Los indicadores de rentabilidad.
- 1.6 Los riesgos asociados a su construcción e implementación.

2. Situación sin proyecto y posibles soluciones

En esta sección se deberá indicar con detalle:

2.1 Diagnóstico de la situación actual

- 2.1.1 Localización geográfica del área de influencia. Indicar la zona, en mapas o croquis de la localidad, indicando las áreas habitacionales, o de actividades productivas que resulten tanto generadoras de aguas residuales a ser tratadas por las PTARs, como las afectadas por las aguas residuales no tratadas.
- 2.1.2 Aspectos sociodemográficos. Población, nivel socioeconómico, zonificación de la ciudad, etc.
- 2.1.3 Condiciones climatológicas e hidrológicas. Temperatura, precipitación, topografía, hidrología, etc.
- 2.1.4 Análisis de la oferta actual de agua potable y su distribución, cobertura de alcantarillado y generación de aguas residuales. Para obtener la demanda de agua potable habrá que utilizar tomas y consumos por tipo de usuario y población CONAPO. Se utilizará un factor de uso consuntivo para el cálculo de las aguas residuales y se verificará con aforos existentes.

- i. Fuentes de suministro de agua potable. Aportación (caudal) de cada una de las fuentes así como su ubicación en la localidad.
- ii. Distribución. Eficiencia física del sistema, sectores y redes en la ciudad o localidad.
- iii. Cobertura de alcantarillado. Cobertura, sus divisiones y los costos asociados; indicar en un mapa la distribución en la región o localidad.
- iv. Generación de aguas residuales. El gasto de agua residual que se genera en la zona de influencia del proyecto, desde su(s) punto(s) de origen, hasta el sitio definido en la formulación del proyecto para su tratamiento.

La calidad de las aguas residuales en el punto donde se pretende construir la PTAR o en su caso el punto de descarga actual, comparándola con los parámetros que establezca la Norma Oficial Mexicana (NOM) vigente para descarga de aguas residuales.

En caso de que exista capacidad instalada de tratamiento, señalar el gasto tratado, su ubicación, características del influente y del efluente, etc.

En caso de no cumplir con la normatividad de descargas de agua, la multa representa un costo privado para el organismo operador, pero socialmente no es un costo y representa sólo una transferencia de recursos.

2.1.5 Problemática que se pretende resolver

Detallar la afectación de la descarga de aguas residuales crudas a la(s) localidad(es) indicando sus efectos como: enfermedades de origen hídrico ocasionadas por contacto directo o indirecto, el no aprovechamiento o disminución de actividades productivas (agrícolas, pesqueras, turísticas, entre otros). Por ejemplo:

- i. El incumplimiento de la normatividad vigente para la descarga de aguas residuales (Ej.: NOM-001-SEMARNAT-1996), que aplica para la descarga de aguas residuales en cuerpos receptores.
- ii. Escasez de agua potable. El Intercambio de aguas residuales tratadas por agua potable, en zonas con problemas de escasez de agua potable, es una medida muy importante cuando se logra intercambiar en aplicaciones como el riego de áreas verdes, la industria o la agricultura; liberando así agua para consumo humano.
- iii. Molestias por la descarga de aguas residuales. Se deberá tipificar el tipo de molestias que ocasiona a los habitantes que viven en las inmediaciones de donde

se descargan o circulan las aguas residuales crudas. Se deberá indicar elementos como el número de habitantes, tipos de viviendas, ocupantes por vivienda y tipo de molestias que perciben. Si la evaluación social del proyecto se va a realizar aplicando la metodología de precios hedónicos, el único atributo a considerar deberá de ser las molestias ocasionadas por las aguas residuales. Será necesario investigar en campo los precios de mercado de viviendas afectadas y no afectadas por la circulación de aguas residuales cerca de sus viviendas.

Al análisis costo y beneficio se deberá anexar la información que valide la evaluación de los dictámenes de los peritos.

- iv. Enfermedades atribuibles al contacto directo e indirecto con las aguas residuales municipales. Para conocer lo anterior se deberá realizar una encuesta a la población afectada y también para corroborar lo anterior, entrevistarse con el encargado de la jurisdicción sanitaria del lugar. También se requieren conocer los costos de la atención y tratamiento de las enfermedades relacionadas con las aguas residuales. Es importante también cuantificar el tiempo que permanecen enfermos los habitantes.
- v. Descripción de la actividad productiva que utiliza agua residual cruda o de cuerpos de agua contaminados por aguas residuales crudas. Por ejemplo, si en la situación sin proyecto existen cierto número de agricultores que utilizan para el riego de sus parcelas el agua proveniente de un río, al cual es descargado un cierto caudal de aguas residuales, deberá conocerse lo siguiente:
 1. Tipos de cultivos que siembran y cosechan, así como superficie sembrada (hectáreas).
 2. Valor de la producción agrícola, para lo cual se requiere conocer el rendimiento en toneladas por hectárea y el precio medio rural en pesos por tonelada.
 3. Costos de producción agrícola (semillas, fertilizantes, pesticidas, mano de obra, etc.), ya sea en pesos por tonelada o en pesos por hectárea.
 4. Excedente económico agrícola en la situación sin proyecto, el cual se obtiene restando al valor de la producción agrícola el costo de la producción agrícola.
 5. Otros.

2.2 Medidas de optimización

Para el caso de reconfiguraciones, ampliaciones o cambios de tecnologías de PTAR existentes en la zona de estudio, es necesario describir las medidas de optimización de la situación actual, esto es, las acciones que se llevarían en caso de que el proyecto no se realice. Por ejemplo, la adición de químicos en el tratamiento actual o el incremento de la producción agrícola derivado de un mejor aprovechamiento del agua existente, etc. Para estos casos permanecer en la situación actual no se considera como una medida de optimización.

En el caso de se trate de una zona en la que no se cuenta con tratamiento de aguas residuales, bastará con indicarlo en el análisis costo y beneficio.

2.3 Análisis de la oferta y demanda derivados del proyecto

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.

La proyección de la situación optimizada, esto es, de la generación de aguas residuales a lo largo del horizonte de evaluación, indicando el gasto y la calidad esperada de dicha agua. Se deberá explicar su comportamiento y evolución, señalando la metodología y los supuestos utilizados, así como la justificación de los mismos.

2.4 Alternativas de solución

Analizar las alternativas que pudieran resolver la problemática señalada, identificando y explicando sus características técnicas, económicas y legales, así como las razones por las que no fueron seleccionadas.

Se debe de asegurar que la alternativa elegida cumpla con la remoción de contaminantes exigida y que permita cumplir con la normatividad ambiental correspondiente.

Realizar un resumen de las alternativas de solución analizadas con la información que se muestra en la tabla 2.1.

Cuadro 2.1. Análisis de alternativas de PTAR.

| Alternativa (tipo de PTAR) | Capacidad instalada (m ³ /s) | Breve descripción técnica | Monto total de inversión (\$) | Costo de Operación fijo (\$/año) | Costo de operación variable (\$/m ³) | Costo de mantenimiento (\$/año) | Vida útil | Valor presente de los costos (VPC) (\$) | Costo Anual Equivalente (CAE) |
|----------------------------|---|---------------------------|-------------------------------|----------------------------------|--|---------------------------------|-----------|---|-------------------------------|
| 1 | | | | | | | | | |
| 2 | | | | | | | | | |
| 3 | | | | | | | | | |

Si las alternativas presentan la misma vida útil, deberá seleccionarse aquélla que tenga el menor Valor Presente de Costos (VPC).

Si las alternativas técnicas de solución tienen diferente vida útil, deberá elegirse la que presente el menor Costo Anual Equivalente (CAE).

3. Descripción del proyecto

Se realizará un resumen cualitativo del origen del proyecto y el objetivo que plantea su realización. El marco de referencia son los municipios beneficiados. Dentro de este análisis se consideran las principales características sociales, políticas y económicas existentes las poblaciones involucradas.

En esta sección se deberán señalar las características más importantes del proyecto de la PTAR, incluyendo lo siguiente:

3.1 Objetivo. Es la descripción de cómo el proyecto contribuye en el mediano o largo plazo, a la consecución de los objetivos y estrategias establecidos en el Plan Nacional de Desarrollo, los programas sectoriales, regionales y especiales, así como al documento de planeación al que hace referencia el artículo 34, fracción I de la Ley de Presupuesto y Responsabilidad Hacendaria.

3.2 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: cumplir con la normatividad de descarga, mitigar las enfermedades de origen hídrico, aumentar el excedente económico en los cultivos, etc.

3.3 Componentes. Indicar el número, tipo y principales características de los activos que resultarían de la realización del proyecto los cuales son necesarios para alcanzar el propósito del mismo. Describir la tecnología seleccionada, un diagrama del proceso de tratamiento de las aguas residuales, ubicando cada una de las operaciones unitarias a realizar, su capacidad, costos y unidades de cada componente, etc.

En este apartado deberá describirse desde el punto de vista técnico la operación de la PTAR seleccionada en el punto anterior. Es decir, deberá señalarse la capacidad máxima de tratamiento de agua residual en litros por segundo, la calidad del efluente de la planta, si la PTAR se plantea opere por módulos, etc. También, deberá mostrarse gráficamente el origen de las aguas residuales, su trayecto por los colectores y emisor final, hasta la llegada a la PTAR que se desea construir.

3.4 Calendario de actividades. Indicar en un diagrama de Gantt la programación estimada de las principales acciones que se requieren para generar los componentes del proyecto, las pruebas y la operación de la PTAR.

3.5 Tipo de proyecto o programa. Las PTAR se clasifican como proyectos de infraestructura económica.

3.6 Ramo administrativo, sector económico y la localización geográfica. El ramo administrativo al que pertenece este tipo de proyectos es el de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

El sector económico conforme a las grandes divisiones del PIB, corresponde a la Gran División 4: Construcción (Rama 60, Grupo 601, Subgrupo 601 "Agua, riego y saneamiento").

En lo que respecta a la localización geográfica se deberá indicar en un mapa y describir la ubicación de la PTAR, así como las características del área a utilizar tanto de la planta como de los colectores.

3.7 Vida útil del proyecto. Indicar el periodo de operación conforme a la tecnología seleccionada. Este valor será clave para determinar el horizonte de evaluación del proyecto.

3.8 Capacidad instalada. Señalar el caudal nominal de tratamiento de aguas residuales, la adaptabilidad de la planta para tratar calidades superiores indicando los requerimientos para lograrlo.

3.9 Metas anuales y totales. Flujo de aguas residuales tratamiento, parámetros de calidad del efluente y en su caso de otros subproductos como los lodos.

3.10 Ingresos o ahorros 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.

3.11 Resumen de los aspectos más relevantes. Es importante describir los elementos clave de las evaluaciones técnica, legal y ambiental del proyecto. Este capítulo es conocido como manifestación del ejecutor. Es necesario que el evaluador recapitule la información disponible de estos aspectos y se asegure de la congruencia con la evaluación socioeconómica e integral del proyecto.

3.12 El costo total del proyecto. Considerando por separado las erogaciones a realizar tanto en la etapa de ejecución como en la de operación; tanto a precios privados como sociales.

3.12.1 Para la etapa de ejecución, el calendario de inversiones por año y la distribución del monto total de inver-

sión en los componentes del proyecto o en sus principales rubros identificando el costo por supervisión de la obra

3.12.2 Para la etapa de operación, la distribución de las erogaciones a realizar en sus principales rubros costos de operación y mantenimiento desglosando los costos fijos (ej. nómina) y variables (energía, químicos, etc.)

3.13 Las fuentes de recursos. Incluyendo su calendarización estimada y su distribución entre recursos públicos (federales, estatales y municipales) y privados.

3.14 Supuestos técnicos, sociales y económicos. Señalando los más importantes para efectos de la evaluación, tales como crecimiento esperado del Producto Interno Bruto, de la población, tipo de cambio, costo de los combustibles, precios de los productos, entre otros.

3.15 Infraestructura existente y proyectos en desarrollo que podrían verse afectados por la realización del proyecto. La construcción y operación del proyecto pueden ocasionar variaciones en la infraestructura existente o en su operación. Es el caso, por ejemplo, de la existencia o disponibilidad de una red de distribución de agua de riego; otras PTAR aguas abajo, el tipo de cultivos actuales, etc.

4. Situación con proyecto

En este apartado se mencionará cuál será el uso de las aguas tratadas producto de la PTAR.

Si el beneficio es de carácter ambiental, se pueden utilizar diferentes metodologías, las cuales deben de ponerse a consideración del ejecutor para su visto bueno, junto con el planTEAMIENTO de cómo obtenerlo, cuantificarlo y valorarlo.

Si el uso estuviera destinado para el riego agrícola deberá estimarse el excedente económico de la actividad agrícola en la situación con proyecto, es decir, operando la PTAR. Para ello deberán realizarse entrevistas con los agricultores de la zona para conocer lo siguiente:

- Tipos de cultivos que sembrarían, así como superficie sembradas y cosechadas (hectáreas).
- Valor de la producción agrícola esperado, para lo cual se requiere conocer el rendimiento en toneladas por hectárea y el precio medio rural en pesos por tonelada.
- Costos de producción agrícola por tipo de cultivo (semillas, fertilizantes, pesticidas, mano de obra, etc.), ya sea en pesos por tonelada o en pesos por hectárea.
- Excedente económico agrícola en la situación con proyecto, el cual se obtiene restando al valor de la producción agrícola el costo de la producción agrícola.

Además de haber realizado el trabajo de campo para obtener la información anterior, ésta deberá validarse, de preferencia en las oficinas locales de la Secretaría de Agricultura Federal.

Por otro lado, en lo que se refiere a la incidencia de enfermedades de origen hídrico, deberán realizarse entrevistas con los médicos de la jurisdicción sanitaria en cuestión, para que estimen el tipo de enfermedades, así como la frecuencia y costo de su tratamiento en la situación con proyecto.

5. Evaluación del proyecto

El propósito de este apartado es identificar, cuantificar y valorar los costos y beneficios sociales del proyecto en términos monetarios a lo largo de todo el horizonte de evaluación. Todos los flujos del proyecto deberán estar expresados en pesos constantes y en los cuadros deberá citarse la fecha en la que éstos están expresados.

Para establecer de manera cualitativa los beneficios potenciales asociados al proyecto, se realizarán las visitas de campo necesarias para identificar los beneficios estimados del proyecto en la zona del proyecto, deberá hacer mención a las afectaciones directas e indirectas que el proyecto tendrá. Los beneficios identificados deben ser congruentes con la problemática planteada a la que el proyecto da solución.

Respecto de los costos, se recopilará la información necesaria y consideraciones hechas para la realización del proyecto de inversión.

Se elaborará un reporte cualitativo en el cual se listen los beneficios y costos así como la forma en que se prevé la cuantificación de éstos, planteando las medidas que se tomaron para generar toda la información que se previó necesaria.

5.1 Identificación, cuantificación y valoración de costos

5.1.1 Costos de inversión y reinversión. Están representados por el uso de equipo, materiales, mano de obra y supervisión de obra, requeridos para construir el sistema de tratamiento de aguas residuales y todas las obras necesarias para ponerlo en funcionamiento. Deberá incluir, entre otros, las obras para: conducir el agua residual a la planta, la conducción de la planta al cuerpo receptor o zona de aprovechamiento del agua residual tratada y el tratamiento de los lodos.

También se deberán incluir en este rubro todas aquellas inversiones que se requieran para que el agua tratada genere los beneficios propuestos. Por ejemplo, los sis-

temas de riego, los canales o las líneas para conducir el agua para su reutilización, etc.

El predio o terreno necesario para la realización del proyecto, en caso de que sea propiedad del organismo o promotor del proyecto, se considerará como costo hundido.

Tabla 5.1. Costos de inversión.

| CONCEPTO | PRECIO S/IVA | PRECIO C/IVA | COSTO SOCIAL |
|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Componente 1 | | | |
| Componente 2 | | | |
| Componente N | | | |
| GRAN TOTAL | | | |

5.1.2 Costos de operación y mantenimiento. Es indispensable considerar todos los costos necesarios para operar y mantener en buenas condiciones el sistema de tratamiento y toda la infraestructura adicional propuesta para el aprovechamiento del agua residual durante la vida útil del proyecto. Diferenciar en la memoria de cálculo, aquéllos que son variables de los que son independientes del volumen tratado.

Tabla 5.2. Costos de operación.

| CONCEPTO | TOTAL |
|----------|-------|
| PERSONAL | |
| ENERGÍA | |
| QUÍMICOS | |
| OTROS | |
| Etcétera | |
| TOTAL | |

5.2 Identificación, cuantificación y valoración de los beneficios

El organismo operador deberá analizar todos los posibles beneficios relacionados al proyecto y cuantificarlos, de ser factible, con base en supuestos razonables, a fin de incorporarlos en la evaluación, e indicar aquellos beneficios que sean de difícil o nula cuantificación.

Algunos de los beneficios sociales que se podrían obtener por un proyecto de construcción y operación de una PTAR serían:

5.2.1 **Producción agrícola.** Este es el beneficio más común en la evaluación de las plantas de tratamiento, ya que el sector agrícola tiene un fuerte déficit de agua para su producción, dado que en ocasiones el agua subterránea y superficial disponible es insuficiente.

El agua residual tratada puede utilizarse para riego agrícola, sin embargo los patrones de cultivo que se propongan desarrollar con esta agua, deberán ser congruentes con

la calidad del agua obtenida del sistema de tratamiento observando tanto el cumplimiento de la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEMARNAT -1996, como el tipo de cultivos que se producen en la región.

Para calcular este beneficio deberá obtenerse del distrito o unidad de riego o temporal o distrito de desarrollo rural de la SAGARPA o de la Secretaría de Agricultura de Nayarit, que corresponda a la zona de estudio, los patrones de cultivo (hectáreas destinadas a cada cultivo) por ciclo; superficies sembradas y cosechadas de riego y temporales; rendimientos (t/ha); láminas de riego promedio utilizadas por cultivo (mm/ha); problemática principal, costo de producción por cultivo (\$/ha) y el precio medio rural (PMR). Para algunos casos se puede utilizar precios de CIF (Cost, Insurance and Freight) como precio internacional, especialmente en productos comerciables, ya que al ser un precio de eficiencia, refleja perfectamente el valor social para el país.

El beneficio del proyecto será la diferencia de los excedentes del productor entre la situación con y sin proyecto optimizada.

En ambas situaciones se deberá descontar de la utilidad el apoyo proporcionado por el Programa de Apoyos Directos al Campo (PROCAMPO) o cualquier otra ayuda externa (subsidios) que reciban los agricultores de otras fuentes. Por tal situación es probable que el costo social llegue a ser mayor que el precio privado.

Es importante también considerar la tasa de incorporación de los cultivos, debido a que cuando son superficies de riego nuevas, la incorporación de los agricultores no es inmediata, por lo que deberá diferirse de acuerdo con la experiencia que se tenga en la región o en zonas agrícolas de riego cercanas.

También es importante considerar un balance anual del agua con base en las láminas de riego para comprobar que sea suficiente para los cultivos. En consecuencia, los beneficios derivados de la producción agrícola pueden ser de dos tipos:

i. Por incremento en la producción. Existen proyectos en donde el tratamiento del agua residual permite incrementar el volumen disponible de agua para riego en zonas existentes o de nueva creación.

Cuando el tratamiento de las aguas residuales permite disponer de cierto caudal de agua adicional para la agricultura y es posible incorporar al riego nuevas superficies de siembra, se considera como beneficio

el excedente del productor de estas nuevas hectáreas, sin embargo, es necesario considerar el costo de la infraestructura requerida para el riego de estas nuevas áreas.

Cuando el caudal de la planta permite tener un flujo constante de agua tratada hacia una zona de riego de temporal, se puede plantear un complemento al esquema de cultivos en esta zona (cultivos perennes). El beneficio será la diferencia del excedente del productor entre la situación con y sin proyecto optimizada.

- ii. **Por cambio de cultivos.** Cuando la calidad del agua tratada que se propone obtener del sistema de tratamiento permite cambiar los patrones de cultivo actuales (sin proyecto) por cultivos más rentables, la diferencia del excedente del productor entre la situación con y sin proyecto optimizada, es decir con los cultivos actuales y los que se pueden sembrar una vez operando el proyecto, representa el valor del beneficio atribuible al proyecto de saneamiento.

5.2.2 Mayor disponibilidad de agua. Existen casos en que se puede intercambiar el agua residual tratada, con la calidad adecuada, por la utilizada en la agricultura o la industria, lo cual permite liberar volúmenes de agua potable que utilizaban en sus cultivos, procesos e instalaciones. Estos caudales liberados que se pueden ingresar al sistema de agua potable, considerando los costos necesarios para su interconexión, se pueden considerar como beneficios por mayor consumo y liberación de recursos.

5.2.3 Disminución de enfermedades de origen hídrico. Existen diversas enfermedades relacionadas con el contacto de aguas residuales crudas, entre ellas las intestinales, cutáneas y oftálmicas. Este beneficio será aplicable cuando con el proyecto de las plantas de tratamiento de aguas residuales se eliminen o limpien estas descargas, aunque podría estar supeditado a la presencia de colectores y emisores.

Para cuantificar los costos de ese contacto, se procederá a realizar encuestas directas a la población objetivo del proyecto, y se complementarán con información del sector salud en caso de ser necesario.

En las encuestas se obtendrá el porcentaje de incidencia de cada enfermedad, el número de casos al año, lugar donde se atienden (privado o particular), el costo de tratamiento, días de incapacidad y el tipo de personas que lo adquieren.

Con estos datos se determinará el número de casos promedio presentados en el último año, el costo promedio

de tratamiento y el costo por atención médica anual por persona. Este beneficio se aplicará al número de habitantes que se van a beneficiar con el proyecto, el cual se hará incremental hasta el año de saturación del mismo.

También se debe considerar el costo de oportunidad del tiempo de la población afectada. Se puede considerar el costo de oportunidad con relación al tiempo que dejan de trabajar los adultos (en la encuesta hay que diferenciar a los adultos de los niños) por acudir o llevar a los menores al servicio médico.

5.2.4 Mejoramiento de la calidad de los cuerpos receptores

i. **Potabilización.** Cuando las aguas residuales sin tratar son vertidas en el subsuelo o en algún cuerpo receptor y éstas se infiltran y contaminan los mantos acuíferos, o bien, escurren hasta los sitios donde el agua es extraída y utilizada como fuente de suministro para agua potable de la localidad o de localidades aguas abajo de la descarga, es necesario tratar las aguas extraídas para consumo doméstico, lo que implica un costo de potabilización. Al prevenir la contaminación de acuíferos y fuentes superficiales se disminuye o elimina la necesidad de aplicar el proceso de potabilización; por lo que deberá tomarse en cuenta o bien describirse como un intangible del proyecto.

ii. **Saneamiento de cauces.** Existen cuerpos de aguas a los que se les da limpieza periódica, consistente en quitar basuras, sólidos gruesos, maleza acuática generada por el acumulación de nutrientes en el agua, dragado por el exceso de material orgánico sedimentado; esta limpieza, realizada con medios mecánicos o manuales puede disminuirse, resultando en un ahorro de recursos como beneficio atribuible a la construcción de un sistema de tratamiento.

5.2.5 Impacto ambiental

i. **Mortandad de flora y fauna.** Descargar aguas residuales crudas al medio ambiente afecta a la flora y fauna propias de la región, mismas que forman parte del ecosistema y cuya desaparición, si bien es difícil de valorar, deberá tomarse en cuenta o bien describirse como un intangible del proyecto.

ii. **Malos olores y disminución de fauna nociva.** La descarga de aguas residuales a cielo abierto provoca la generación de malos olores y la propagación de fauna nociva, como son ratas, ratones, cucarachas, etc., cuando este fenómeno se presente en zona urbana habitada, tiene afectaciones en un sector de la

población, la cual estima el verse librada de estos problemas. Este beneficio queda incluido a través del incremento de la plusvalía de los terrenos afectados por realizarse las obras.

5.2.6 Desarrollo industrial

Existen zonas en las que la limitación de la disponibilidad de agua imposibilita el desarrollo industrial de la localidad. Cuando existan solicitudes de empresas demandando disponibilidad de agua para su instalación en la región, podría estimarse la utilidad neta de la producción del bien o servicio nuevo, el cual se tomaría como el beneficio. Se debe contar con un amplio soporte para comprobar que se realizará, así como el año en que se instalará dicha industria.

5.2.7 Impacto sobre actividades económicas

Existen casos en los que la descarga de aguas residuales afecta actividades económicas por la contaminación del cuerpo receptor, reduciendo o imposibilitando su producción. Tal es el caso de la pesca, turismo, acuicultura y procesos industriales, entre otros. A continuación se describe el impacto en tales actividades.

- i. **Turismo.** Cuando la zona de descarga de aguas residuales es turística y la contaminación afecta la afluencia de visitantes, ya sea por su impacto visual, malos olores generados, fauna nociva o contaminación, deberá investigarse en las dependencias de Turismo la afluencia de visitantes nacionales, de ser el caso los visitantes extranjeros, y los ingresos que representa para la localidad dicho concepto. También se analizará el porcentaje o disminución estimada del turismo derivado directamente por a ocurrencia de descargas de aguas residuales, tomando el producto de estas cantidades como el beneficio social por conservación del turismo.
- ii. **Acuicultura, piscicultura y/o pesca.** Cuando en la zona que se desarrollan estas actividades, el agua residual sin tratar impacte en la producción, ya sea en su calidad y/o cantidad, se deberá determinar la variación de la misma a través del tiempo, con la finalidad de determinar el impacto de la contaminación sobre la utilidad neta, es obvio que los datos los deberán proporcionar las asociaciones de la región afectada o en determinado caso las dependencias involucradas.

5.3 Criterio de evaluación

La rentabilidad del proyecto deberá expresarse conforme a los siguientes indicadores, y en una tabla resumen como la 5.3:

- Valor Presente Neto (VPN).
- Tasa Interna de Rendimiento (TIR).
- Relación de los valores presentes de los beneficios totales y los costos totales (VPB/VPC).
- Relación del VPN y del Valor Presente de la Inversión (VPI): (VPN/VPI)

Tabla 5.3. Resumen de la evaluación.

| Concepto | Valor |
|---------------------------------------|-------|
| Horizonte de evaluación (años) | |
| Tasa social de descuento (%) | |
| Inversión inicial | |
| Operación (variables) | |
| Operación (fijos) | |
| Costos Totales (VPC) | |
| Beneficio 1 | |
| Beneficio 2 | |
| Beneficio 3 | |
| Beneficio N | |
| Beneficios totales (VPB) | |
| Relación VPB/VPC | |
| Valor actual neto social total (VANS) | |
| Relación VPN/VPI | |
| TIR | |
| Tasa de rentabilidad inmediata (TRI) | |

6. 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, TIR, etc. Entre otros aspectos, deberá considerarse el efecto derivado de variaciones porcentuales en el monto total de inversión, costo de operación y mantenimiento, así como los principales beneficios que se consideran en la evaluación económica. 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 a la ejecución como a la operación del proyecto que puedan afectar su viabilidad y rentabilidad.

Describir los riesgos que pueden interrumpir o reducir la eficiencia de los procesos de tratamiento de aguas residuales, entre los más comunes se encuentran:

- a. Insuficiencia de recursos para su operación.
- b. Incremento de descargas con altas concentraciones contaminantes al alcantarillado.
- c. Capacidad o diseño inadecuados de la planta.
- d. Defectos en la construcción.
- e. Otros.

7. Conclusiones

Exponer de forma clara y precisa los argumentos por los cuales el proyecto debe realizarse. Los principales beneficios y costos, las conclusiones del análisis de sensibilidad, etc.

F.5 Especificaciones generales

Se entenderá por especificaciones generales del estudio, al conjunto de disposiciones, requisitos e instrucciones que, a manera de cláusulas, normarán la actuación de la dependencia y el contratista durante su ejecución. Ambas partes, al amparo de estos términos de referencia, estarán obligadas legalmente a cumplir con las cláusulas siguientes:

- a. La empresa participante deberá contar con personal que tenga comprobada experiencia en la realización de estudios de evaluación socioeconómica relacionados con el subsector hidráulico (agua potable, saneamiento, riego agrícola y protección a centros de población).
- b. El alcance de los servicios se encuentra especificado de acuerdo a los presentes términos de referencia.
- c. Los precios cotizados por el consultor consideran cubiertos todos los gastos directos e indirectos para realizar las actividades objeto de este trabajo.

Los tabuladores de las cámaras industriales y colegios de profesionales deberán servir de referencia para determinar los sueldos y honorarios profesionales del personal técnico.

Los precios unitarios de los conceptos de trabajo, deberán ser determinados y estructurados con costos directos, indirectos, de financiamiento, con cargo por utilidad y cargos adicionales, donde se incluirán los materiales a utilizar con sus correspondientes consumos y costos, y de mano de obra, de la maquinaria o equipo requerido, incluyendo el científico, de computo, de medición y, en general el necesario para proporcionar el servicio, con sus correspondientes rendimientos y costos.

- d. La CONAGUA entregará al consultor la información de interés que obre en su poder para la zona de estudio.
- e. Será obligación del consultor contar con el personal idóneo para llevar a cabo el seguimiento del estudio contratado y que será a satisfacción de la dependencia.

Las propuestas económicas deberán incluir las erogaciones por parte del consultor para sostener la plantilla idónea y suficiente para que pueda llevar a cabo y cumplir satisfactoriamente con sus actividades.

- f. En la realización de los trabajos, se deberán prever los impactos económicos, sociales, ambientales y ecológicos que se originen con su ejecución; de realizarse dentro de un centro de población o cerca de él, deberán ser acordes con los programas de desarrollo urbano que determine la ley de la materia
- g. El consultor deberá contar con personal directivo capacitado para dirigir y manejar las actividades especificadas indicadas en estos términos de referencia, de tal forma que el seguimiento del estudio encomendado cumpla con los requisitos del programa y con la calidad, de acuerdo a las instrucciones de la CONAGUA.
- h. El consultor deberá entregar para su revisión por lo menos un informe de avance cuando la convocante lo solicite, y ésta verificará los trabajos del estudio para hacer las observaciones y correcciones necesarias para que el consultor las corrija en su desarrollo.
- i. El consultor deberá entregar a la institución contratante, como parte anexa del informe final, toda la información generada durante el estudio.
- j. La información recabada y generada como parte del estudio, todo el material gráfico, textual y magnético que forma parte del mismo, se consideran propiedad exclusiva de la CONAGUA. Por lo tanto, sin previa autorización escrita de ésta, el consultor no podrá proporcionar la información y el material citado a otras dependencias, ni divulgar a través de conferencias, publicaciones u otros medios.
- k. Los archivos deberán de entregarse en paquetería de procesador de textos y hojas de cálculo, los cuales no deberán tener claves de acceso y los archivos de las hojas de cálculo deberán de contener todas las fórmulas utilizadas para realizar los cálculos.

F.6 Informe final

Se entregará un informe final, el cual se realizará de acuerdo a la estructura contenida en los lineamientos vigentes, e incluirá los resultados obtenidos en todas y cada una de las actividades especificadas.

F.7 Productos a entregar

Un informe final con los resultados objeto de los presentes términos de referencia. El análisis contendrá los elementos descriptivos para su correcto planteamiento; a continuación

se enlistan los apartados recomendables para la presentación del estudio, pero también deberá de consultarse la normatividad emitida por la SHCP para la estructura y realización de los estudios.

De dicho informe se entregaran cuatro juegos. Como respaldos del documento y la presentación se entregarán dos discos compactos con los archivos digitales de la presentación y el informe final.

Nota importante:

La tasa de descuento que el evaluador considere para el cálculo de los indicadores mencionados debe tener elección justificada en las condiciones del mercado durante la vida del proyecto, el tipo de proyecto, el horizonte de evaluación, la estructura de financiamiento, etc. A este respecto la Secretaría de Hacienda y Crédito Público, recomienda para la evaluación de este tipo de proyectos considerar una tasa de descuento del 12% anual o alguna otra que la SHCP indique. De forma paralela el horizonte de evaluación mínimo recomendable por CONAGUA para la evaluación de este tipo de proyectos es de 20 años de operación.

Respecto del análisis de sensibilidad, el rango de variación de las variables a considerar deberá tener sustento en criterios utilizados para proyectos similares, en caso contrario deberá justificarse la elección para los movimientos elegidos en las variables.

F.8 Plazo de ejecución

El plazo de ejecución será de XXX días naturales a la firma del contrato.

F.9 Forma de pago

Las estimaciones de los trabajos ejecutados se deberán formular con una periodicidad no mayor de un mes y por conceptos terminados. El contratista deberá presentarlas a la dependencia dentro de los seis días naturales siguientes a la fecha de corte para el pago de las estimaciones, acompañadas de la documentación que acredite la procedencia de su pago; la dependencia realizará la revisión y autorización de las estimaciones y contará con un plazo no mayor de quince días naturales siguientes a su presentación. En el supuesto de que surjan diferencias técnicas o numéricas que no puedan ser autorizadas dentro de dicho plazo, éstas se resolverán e incorporarán en la siguiente estimación.

Anexo G. Términos de referencia para la elaboración del estudio de evaluación socioeconómica del programa de mejoramiento integral de la gestión (pmig) para el organismo operador

G.1 Introducción

Como parte fundamental de la política fiscal en México, las inversiones del Gobierno Federal deberán tener estudio de evaluación socioeconómica que demuestre su rentabilidad social positiva.

Ante los recursos fiscales cada vez más escasos, y que los proyectos en cartera tienen rentabilidades muy variables, la utilidad de la evaluación socioeconómica es la reasignación del presupuesto para buscar una mayor contribución del mismo al crecimiento económico del país acompañado de un desarrollo social. Lo anterior promoverá una toma de decisiones más eficiente en materia de inversión en el Subsector Agua, asegurándose que los proyectos a realizar sean los más convenientes para la sociedad.

Un Programa de Mejora Integral de la Gestión (PMIG) tiene como objetivo incrementar la eficiencia global de un organismo operador mediante grupos de acciones que permitirán incrementar tanto la eficiencia física como comercial. Es decir que parte de una visión global del manejo operativo, técnico, comercial y de atención al público, respecto a los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento.

En esta sección se deben agregar los antecedentes del proyecto.

G.2 Objetivo

Los presentes términos de referencia tienen como objetivo la realización del estudio de evaluación socioeconómica del PMIG objeto del presente estudio de acuerdo a los siguientes objetivos específicos:

- a. Cumplir de manera cabal con los lineamientos y guión para el estudio determinado por la SHCP.
- b. Efectuar los análisis básicos y visitas de campo para el planeamiento, obtención y generación de la información necesaria para el diseño de la evaluación costo beneficio de las acciones objeto del presente contrato.
- c. Presentar la evaluación costo beneficio, con los indicadores de rentabilidad establecidos en la normatividad vigente y los respectivos análisis de sensibilidad de dicha evaluación, de acuerdo a la normatividad vigente para este tipo de evaluaciones.

Se deberá analizar la información existente de estudios, mismos que serán proporcionados para su análisis y estudio, con base en esto y de manera conjunta con la información recabada en campo, el contratista propondrá los beneficios a considerar como directamente atribuibles a cada uno de los grupos de acciones.

El análisis costo-beneficio consistirá en una evaluación del proyecto a nivel de factibilidad, y deberá estar sustentada en información confiable y adecuada para este nivel de estudio que permita llevar a cabo las cuantificaciones correspondientes cuando éstas sean viables de realizar.

G.3 Alcances

La evaluación socioeconómica deberá realizarse de acuerdo al guión y lineamientos emitidos por la SHCP para este tipo de estudios, de lo cual se puede destacar:

- a. Analizar la problemática actual y futura de los servicios (agua potable, alcantarillado o tratamiento de aguas residuales, según sea el caso) en la ciudad de XXX de acuerdo a las características y disponibilidad de la infraestructura y recursos naturales actuales, así como el crecimiento de la población. Considerará un resumen del funcionamiento de los sistemas de agua potable, alcantarillado y saneamiento de las ciudades beneficiadas.
- b. Aunque es un programa que contiene diversas acciones enfocadas a un mismo objetivo y que requiere indicadores de rentabilidad del programa en su totalidad, es pertinente aplicar el principio de separabilidad para identificar acciones que permitan generar beneficios y costos con independencia del resto de las acciones incorporadas en el PMIG. Cada acción que sea capaz de generar beneficios y costos por sí misma, deberá ser evaluada de manera independiente. Para determinar la rentabilidad agregada del PMIG, se sumará el Valor Presente Neto (VPN) obtenido en todas las acciones que resulten ser rentables, así como obtener la TIR y la TRI de cada una.
- c. Identificar, cuantificar y valorar en términos monetarios los costos y beneficios sociales asociados al programa y, en su caso, a cada acción identificada como separable. Complementariamente, cada beneficio y costo se deberá describir cualitativamente. En caso de identificarse beneficios o costos de difícil cuantificación y valoración, deberán justificarse

los elementos que concluyan la dificultad de una valoración monetaria.

- d. Comparar los beneficios y costos atribuibles al PMIG y, en su caso, atribuibles a cada acción específica que haya sido identificada a partir del análisis de separabilidad. Mediante el uso de indicadores de rentabilidad, se determinará el efecto del programa y sus acciones en términos de aumento o disminución en el bienestar social y económico para la región. La información utilizada en esta evaluación debe ser detallada y adecuada para este nivel de estudio, haciendo uso de toda la información disponible; proyectos y estudios realizados, bibliografía especializada, además de cotizaciones y encuestas elaboradas específicamente para obtener información para este estudio.

G.4 Descripción de actividades

Para la elaboración del presente estudio, atendiendo al objetivo y alcances señalados en los dos apartados anteriores, las actividades requeridas se detallan como sigue:

1. Visitas de campo, obtención y revisión de información complementaria

Para establecer de manera cualitativa los beneficios potenciales asociados al programa y a sus acciones específicas, se realizarán las visitas de campo necesarias para que el contratista pueda identificar los beneficios estimados del proyecto en la zona del proyecto, deberá hacer mención a las afectaciones directas e indirectas que el programa tendrá. Los beneficios identificados deben ser congruentes con la problemática planteada a la que el programa da solución.

Respecto de los costos, se recopilará la información necesaria y consideraciones hechas para la realización del programa en sus diferentes acciones.

Se elaborará un reporte cualitativo en el cual se listen los beneficios y costos así como la forma en que se prevé la cuantificación y valoración de éstos, planteando las medidas que se tomaron para generar toda la información que se previó necesaria.

2. Procesamiento de información

El contratista deberá considerar la generación de la información necesaria para obtener los beneficios y costos asociados al proyecto, inclusive encuestas, de ser necesario, para obtener la función de demanda, aunque se pueden utilizar estudios existentes de la ciudad o el realizado por

CONAGUA en 1990. Deberá analizar la información sobre los crecimientos urbanos y la estrategia del manejo de las fuentes existentes y la de proyecto para calcular la situación con y sin proyecto.

3. Evaluación socioeconómica del proyecto

La estructura del análisis costo y beneficio deberá ser la siguiente:

1. Resumen ejecutivo.
2. Situación sin proyecto y posibles soluciones.
3. Descripción del proyecto.
4. Situación con proyecto.
5. Evaluación del proyecto.
6. Indicadores de rentabilidad
7. Análisis de sensibilidad y riesgos.
8. Conclusiones.

En los capítulos 2, 3, 4 y 5 se deberán desarrollar por separado cada una de las acciones que generen beneficios y costos de manera independiente al resto de las acciones incorporadas en el PMIG (puede ser un capítulo por cada acción independiente). En el capítulo 6 se deberán desarrollar los indicadores de rentabilidad del programa integral, por cada grupo de acciones y de acuerdo al tipo de proyectos que maneja la Unidad de Inversiones de la SHCP en sus lineamientos para este tipo de estudios (puede ser un capítulo por cada acción independiente).

Informe final acorde a lo especificado en los presentes términos de referencia.

Contenido del estudio

1. Resumen Ejecutivo

El resumen ejecutivo deberá presentar el origen y la visión global del proyecto, describiendo brevemente sus aspectos más relevantes. Se explicará en forma concisa:

- 1.1 La problemática que se pretende resolver.
- 1.2 La descripción del programa señalando sus principales características.
- 1.3 Resumen de los componentes y el costo privado del proyecto (con el Impuesto al Valor Agregado).
- 1.4 Las razones que sustentan la elección de las diferentes alternativas para resolver la problemática de cada una de las acciones.
- 1.5 Los costos y beneficios asociados a cada grupo de acciones.
- 1.6 Los indicadores de rentabilidad.
- 1.7 Los riesgos asociados a su construcción e implementación.

2. Situación sin proyecto y posibles soluciones

Se realizará un resumen cualitativo del origen del proyecto y el objetivo que plantea su realización. Este análisis tendrá como marco de referencia la ciudad que resulta beneficiada por el proyecto. Lo anterior en términos de las principales características sociales, políticas y económicas existentes en las poblaciones involucradas.

Respecto de la infraestructura, se incluirán los datos del organismo operador en la zona del proyecto; como son número de tomas y descargas en su clasificación correspondiente; coberturas de micro y macromedición; y niveles de eficiencia física y comercial. De forma particular se deben incluir las coberturas y descripción general de cada uno de los sistemas de agua potable, alcantarillado y saneamiento. Se recomienda agregar planos, mapas, y croquis para visualizar la situación de estos sistemas en las ciudades involucradas.

Enumerando las afectaciones del proyecto en el área, se describirá detalladamente la problemática a la que ésta da solución. Se dará énfasis a la descripción general de los aspectos económico más relevantes, poniendo particular atención en aquellos que se verán afectados –tanto positiva como negativamente- por la realización del proyecto.

a) Situación actual optimizada

Se determinarán las acciones que permitan optimizar la situación actual para no atribuirle beneficios y costos al proyecto que no le corresponden. Los resultados de dichas acciones podrían conseguirse sin realizar la inversión del proyecto y corresponden a todas aquellas establecidas en programas o proyectos de inversión, programados o en marcha; es decir acciones que se realizarían independientemente del programa aquí analizado.

Se deberá incluir una tabla indicando la proyección de la situación actual y de la situación actual optimizada.

b) Análisis de oferta

Describirá la problemática del agua en la zona de estudio. Recopilará y organizará la información necesaria para la

determinar la oferta real en la zona del proyecto. Recopilará información sobre la oferta hidrológica en cuanto a su disponibilidad en cantidad y calidad, determinando el régimen de oferta actual (gasto firme, gastos máximos, curva de probabilidades de déficit, entre otros).

En resumen, identificando los servicios actuales se determinarán las condiciones en las que actualmente se genera la oferta, y a partir de este análisis determinarán los posibles escenarios.

Es muy importante destacar la ubicación de las fuentes actuales, su grado de explotación y la degradación que ha venido presentando. También se debe incluir las características del servicio tandeado.

Para la parte de eficiencia comercial, hay que hablar del tipo de servicios con los que se cuenta, como son número de oficinas, padrón de usuarios, servicios otorgados en las oficinas, coberturas de micromedición, esquema de tarificación.

c) Análisis de demanda

El organismo operador analizará y describirá las características de la demanda del proyecto en la zona. Se atenderá al consumo actual de todos los sectores –doméstico, comercial e industrial- así como a la proyección de las necesidades de consumo futuro de cada uno. En el caso del agua potable, la proyección podrá realizarse suponiendo que no se presentaran cambios en los hábitos de consumo. En caso de considerar que pueden darse cambios en los patrones de consumo, los resultados deberán presentarse como un análisis paralelo al escenario donde estos no se consideran.

Al analizar la demanda se deben identificar los costos implícitos que afectan a los demandantes para tener acceso al bien o servicio analizado, cuantificarlos y valorarlos con el fin de posteriormente incluirlos en el costo social del bien demandado.

Para analizar la demanda total, el organismo operador presentará una tabla como la que se muestra a continuación con información hipotética:

| Año | Población CONAPO | Cob. | Tomas domésticas | Consumo doméstico | Tomas comerciales | Consumo comercial | Tomas indust. | Consumo industrial | Consumo del sistema | Pérdidas del sistema | Demanda Total |
|------|------------------|--------|------------------|--------------------------|-------------------|--------------------------|---------------|--------------------------|---------------------|----------------------|---------------------|
| - | (Hab) | (%) | (tomas) | m ³ /toma/mes | (tomas) | m ³ /toma/mes | (tomas) | m ³ /toma/mes | (m ³ /s) | % | (m ³ /s) |
| 2008 | 687 968 | 98.56% | 215 276 | 18.09 | 11 048 | 51 | 386 | 817 | 2.18 | 13.2% | 2.51 |
| 2009 | 702 959 | 98.62% | 221 776 | 18.09 | 11 159 | 51 | 388 | 817 | 2.23 | 13.2% | 2.57 |
| 2010 | 717 711 | 98.68% | 228 276 | 18.09 | 11 270 | 51 | 390 | 817 | 2.29 | 13.2% | 2.64 |
| 2011 | 732 214 | 98.74% | 234 776 | 18.09 | 11 383 | 51 | 392 | 817 | 2.35 | 13.2% | 2.70 |

Se debe de analizar detalladamente cual debe ser el consumo de proyecto, por lo que habrá que analizar tomas de cada tipo de usuario que no presenten tandeos ni restricciones en el servicio, pero que si deben de contar con micromedición y cobranza.

En la medición de la rentabilidad de los proyectos relacionados con el mejoramiento en el consumo de agua potable, el enfoque se sustenta en valorar la disponibilidad adicional de agua, que permite un proyecto, a través de la máxima disposición a pagar (DAP) por ella por los consumidores. Según los principios de la teoría del comportamiento del consumidor esta máxima disposición a pagar se puede aproximar por el área bajo la curva de demanda de agua potable entre las cantidades consumidas con y sin proyecto.

La DAP es una medida monetaria del cambio en bienestar de un consumidor que tiene acceso a unidades adicionales del bien en cuestión. Se define como el máximo monto de ingreso que el consumidor estaría dispuesto a gastar con tal de obtener dichas unidades adicionales.

La curva de demanda se define como el máximo precio que se está dispuesto a pagar por cada unidad adicional del bien. Equivalentemente, es la máxima cantidad que se está dispuesto a consumir del bien dado su precio. A diferencia de la evaluación privada o financiera de proyectos, la DAP supera el pago que efectivamente se hace a través de la tarifa. Esta diferencia entre la DAP y lo que efectivamente se paga se conoce por excedente del consumidor. La evaluación económica de proyectos reconoce este excedente como parte de los beneficios del proyecto, aunque no represente una transferencia de dinero (pago) entre el que ofrece el servicio y quién lo recibe.



La relación precio-cantidad de los diferentes medios de abastecimiento en la población permite definir la curva de demanda tal como se señala esquemáticamente en la siguiente figura:

Figura Costo de los diferentes modos de abastecimiento de agua potable



La empresa consultora propondrá a la dependencia la metodología para determinar esta curva para su aprobación, aunque se pueden utilizar estudios existentes de la ciudad o el realizado por CONAGUA en 1990.

d) Análisis oferta-demanda

Para hacer el análisis integral de la oferta-demanda, se deberá tomar en cuenta la proyección de la población, información histórica de consumos, facturaciones, tomas, etc, con la finalidad de hacer las proyecciones con y sin proyecto de los factores que inciden en el proyecto. También se resaltarán las necesidades de la parte comercial del servicio.

Para la interacción entre oferta y demanda es fundamental determinar los niveles de consumo ante los precios establecidos para diferentes tipos de usuarios por rango de consumo.

e) Análisis de alternativas

La consultora recopilará los estudios realizados por el organismo operador para la ejecución de cada una de las acciones del programa, por lo que para cada una de las acciones describirá la alternativa seleccionada en todos sus aspectos, alcances y etapas, desde su concepción física y componentes, hasta su concepción operativa, capacidad de diseño, costos y estimación o proyección de su utilización en el tiempo. Esta información es la base para la estimación y definición del nivel de solución que brindará o solucionará el programa, así como para definir la inversión necesaria y los

costos de operación y mantenimiento del mismo. Deberá hacerse uso de mapas, croquis, diagramas o esquemas para facilitar su presentación y correcto planteamiento.

Alternativas

Deben mencionarse las alternativas que fueron estudiadas por el organismo operador para sustentar la decisión de que cada una de las acciones propuestas es la mejor de ellas. Incluirá un comparativo de las alternativas que en su momento se consideraron para solucionar la problemática que dio origen al proyecto. Debe considerarse que sólo son comparativas aquellas alternativas, que como el proyecto, cumplen con los criterios de factibilidad técnica acordes a las condiciones existentes.

Realizar un resumen de las alternativas de solución analizadas con la información que se muestra en la tabla siguiente:

| Alternativa | Capacidad instalada (m ³ /s) | Breve descripción técnica | Monto total de inversión (\$) | Costo de Operación fijo (\$/año) | Costo de operación variable (\$/m ³) | Costo de mantenimiento (\$/año) | Vida útil | Valor presente de los costos (VPC) (\$) | Costo Anual Equivalente (CAE) |
|-------------|---|---------------------------|-------------------------------|----------------------------------|--|---------------------------------|-----------|---|-------------------------------|
| 1 | | | | | | | | | |
| 2 | | | | | | | | | |
| 3 | | | | | | | | | |

Si las alternativas presentan la misma vida útil, deberá seleccionarse aquélla que tenga el menor Valor Presente de Costos (VPC).

Si las alternativas técnicas de solución tienen diferente vida útil, el horizonte de evaluación deberá fijarse al mínimo común múltiplo de las vidas útiles de las alternativas analizadas y deberá elegirse la que presente el menor Costo Anual Equivalente (CAE).

3. Descripción del proyecto

Se realizará un resumen cualitativo del origen del proyecto y el objetivo que plantea su realización. El marco de referencia son las localidades beneficiadas en los municipios. Dentro de este análisis se consideran las principales características sociales, políticas y económicas existentes en las poblaciones involucradas.

En esta sección se deberán señalar las características más importantes del proyecto, incluyendo lo siguiente:

- 3.1 **Objetivo.** Es la descripción de cómo el programa contribuye en el mediano o largo plazo, a la consecución de los objetivos y estrategias establecidos en el Plan Nacional de Desarrollo, los programas sectoriales, regionales y especiales, así como al documento de planeación al que hace referencia el artículo 34, fracción I de la Ley Federal de Presupuesto y Responsabilidad Hacendaria.
- 3.2 **Propósito.** Es el resultado inmediato o consecuencia directa que se espera lograr con la ejecución del programa y que contribuirá a alcanzar el objetivo a que se refiere el inciso anterior.
- 3.3 **Componentes.** Indicar el número, tipo y principales características de los activos que resultarían de la realización del programa, los cuales son necesarios para alcanzar el propósito del mismo.
- 3.4 **Calendario de Actividades.** Indicar en un diagrama de Gantt la programación estimada de las principales acciones que se requieren para generar los componentes del programa, las pruebas y la operación.
- 3.5 **Tipo de proyecto o programa.** Se clasifica como otros programas de inversión.
- 3.6 **Ramo administrativo, sector económico y la localización geográfica.** El ramo administrativo al que pertenece este tipo de programas.
El sector económico conforme a las grandes divisiones del PIB.
En lo que respecta a la localización geográfica se deberá indicar en un mapa y describir la ubicación de la obra.
- 3.7 **Vida útil del proyecto.** Indicar el periodo de operación conforme a la tecnología seleccionada. Este valor será clave para determinar el horizonte de evaluación del proyecto.
- 3.8 **Capacidad instalada.** Señalar en cada grupo de acciones la capacidad instalada a obtener.
- 3.9 **Metas anuales y totales.** Flujo de agua potable a recuperar, habitantes beneficiados, entre otros
- 3.10 **Ingresos o ahorros 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.
- 3.11 **Resumen de los aspectos más relevantes.** Es importante describir los elementos clave de las evaluaciones técnica, legal y ambiental del proyecto. Este capítulo es conocido como manifestación del ejecutor. Es necesario que el

evaluador recapitule la información disponible de estos aspectos y se asegure de la congruencia con la evaluación socioeconómica e integral del proyecto.

3.12 El costo total del proyecto. Considerando por separado las erogaciones a realizar, tanto en la etapa de ejecución como en la de operación; tanto a precios privados como sociales.

3.12.1 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, identificando el costo por supervisión de la obra.

3.12.2 Para la etapa de operación, la distribución de las erogaciones a realizar en sus principales rubros costos de operación y mantenimiento desglosando los costos fijos (ej. nómina) y variables (energía, químicos, etc.).

3.13 Las fuentes de recursos. Incluyendo su calendarización estimada y su distribución entre recursos públicos (federales, estatales y municipales) y privados.

3.14 Supuestos técnicos, sociales y económicos. Señalando los más importantes para efectos de la evaluación, tales como crecimiento esperado del Producto Interno Bruto, de la población, tipo de cambio, costo de los combustibles, precios de los productos, entre otros.

3.15 Infraestructura existente y proyectos en desarrollo que podrían verse afectados por la realización del proyecto. La construcción y operación del proyecto pueden ocasionar variaciones en la infraestructura existente o en su operación.

4. Situación con proyecto

Se considerará el impacto que representa la realización del programa. Deberá compararse la situación sin proyecto optimizada versus la situación con proyecto, de tal manera que se identifiquen puntualmente los impactos exclusivos de las obras a realizar, éstos últimos se reflejarán en un flujo de costos y beneficios. Este análisis deberá basarse en las estimaciones de la oferta y la demanda proyectadas para esta evaluación socioeconómica.

5. Evaluación socioeconómica

Considerará el impacto que representa la realización del proyecto. Deberá compararse la situación sin proyecto optimizada con la situación con proyecto de tal manera que se identifiquen puntualmente los impactos exclusivos de las acciones a realizar, éstos últimos se reflejarán en un flujo de costos y beneficios. Este análisis deberá basarse

en las estimaciones de la oferta y la demanda estimadas para esta evaluación socioeconómica.

Independientemente de la visión integral del PMIG, para fines metodológicos de evaluación socioeconómica es necesario aplicar el principio de separabilidad de proyectos, lo anterior garantizará que la rentabilidad agregada del programa considerará acciones que son capaces de generar beneficios netos por sí mismas.

Se debe hacer un análisis detallado de cada grupo de acciones, ya que aunque algunas están enfocadas al mejoramiento de la eficiencia física y otras a eficiencia comercial, existen casos en que hay acciones que contribuyen a ambas eficiencias, u otras acciones que debido al tipo de beneficios se encuentran ligadas entre sí para la evaluación del programa, pudiendo ser la situación con proyecto de una acción la situación sin proyecto de la subsecuente.

Por tal motivo, es conveniente analizar un orden de ejecución de las acciones y por ende de evaluación, ya que por ejemplo en diversos proyectos que tengan como beneficio la recuperación de caudales, el beneficio marginal de cada acción subsecuente será menor.

Deberán identificarse, cuantificarse y valorarse los beneficios y costos atribuibles a cada grupo de acciones, explicando por qué son considerados como tales y cómo se obtuvieron los valores para cada uno de ellos. Establecerá de manera cuantitativa las unidades físicas en las que se convirtieron los costos y beneficios identificados, y se valorará monetariamente cada una de las unidades de costos y beneficios a través de los precios sociales atribuibles a éstos.

Algunos de los beneficios identificados en forma enunciativa en este tipo de acciones son:

Mayor consumo de agua potable, principalmente por las acciones de recuperación de caudales y optimización de fuentes actuales.

Ahorro de recursos, producto de las acciones de recuperación de caudales, optimización de fuentes actuales, automatización y eliminación de mantenimiento correctivo.

Estos tipos de beneficios también se pueden presentar en acciones como padrón de usuarios, instalación o sustitución de micromedidores y regularización de usuarios clandestinos, ya que se pueden liberar volúmenes de agua.

Con respecto a las acciones correspondientes al mejoramiento de la eficiencia comercial, se deben de identificar beneficios como disminución de tiempo en fila, para realizar trámites, menor número de viajes a las oficinas y menores

costos de viaje ante sucursales más cercanas. Es necesario considerar en este tipo de acciones trabajo de campo, como pueden ser encuestas a usuarios para determinar las molestias ocasionadas por los servicios prestados.

Cuando en su caso no pueda atribuirse un precio a un beneficio o costo, el consultor dejará establecido de manera cualitativa el concepto, indicando la inviabilidad de establecer en términos monetarios el monto del concepto enfatizando el impacto real del proyecto en la problemática particular.

Respecto de los montos calculados por cada concepto de costo o beneficio, éstos deben presentarse en todo el periodo de tiempo que abarque el horizonte de evaluación, especificándose y justificándose los supuestos utilizados para llevar a cabo las proyecciones. En esta sección se deberá identificar en el horizonte de evaluación las etapas del proyecto que se pretenden llevar a cabo.

En caso de que a algún componente del PMIG no se le puedan identificar beneficios sociales, sino exclusivamente ingresos privados para el organismo operador, se procederá a justificar lo anterior y a obtener sus indicadores de rentabilidad (VPN, TIR y TRI) en términos privados.

5.1 Cálculo de rentabilidad

A fin de demostrar si el proyecto es susceptible de generar por sí mismo beneficios netos para la sociedad bajo supuestos razonables, identificará y cuantificará en términos monetarios el flujo de los costos y beneficios atribuibles al proyecto a lo largo del horizonte de evaluación y sobre éstos estimará los criterios de rentabilidad que aquí se especifiquen.

Ya que la evaluación del proyecto debe tomar en cuenta los efectos directos e indirectos (incluyendo externalidades y efectos intangibles), derivados de su realización a fin de determinar su impacto sobre la sociedad, la cuantificación de los costos y beneficios debe realizarse considerando precios sociales. Estos últimos se refieren a aquellos que reflejan el costo real de la producción o utilización de un determinado bien o servicio para la sociedad, es decir, el valor real que socialmente se atribuye a un bien con base en las mejores alternativas que se tienen disponibles.

Respecto de los indicadores de rentabilidad, se deberán realizar los cálculos para determinar:

- Valor Actual Neto (VAN),
- Tasa Interna de Retorno (TIR) y
- Tasa de Rendimiento Inmediato (TRI),

6. Análisis de sensibilidad y riesgos

Se identificarán los efectos que ocasionaría la modificación en las principales variables de: inversión y costos de operación, beneficios de proyecto, y la tasa de descuento, sobre los indicadores de rentabilidad del proyecto –VAN, TIR y en su caso TRI-. Asimismo se deberán considerar los riesgos que en la realización del proyecto puedan afectar su rentabilidad, tanto en la etapa de ejecución como en la operación.

Establecerá el efecto derivado de variaciones porcentuales en las variables mencionadas, señalando los efectos de éstas sobre los criterios de rentabilidad en cuanto a la susceptibilidad que ocasionan las variaciones.

Se debe presentar la variación porcentual de la variable que se sensibiliza, respecto al valor utilizado y/o los supuestos considerados para la misma evaluación, así como el efecto que dicha variación causa en el indicador de rentabilidad.

7. Conclusiones

Exponer de forma clara y precisa los argumentos por los cuales el proyecto debe realizarse. Los principales beneficios y costos, las conclusiones del análisis de sensibilidad, etc.

G.5 Especificaciones generales

Se entenderá por especificaciones generales del estudio, al conjunto de disposiciones, requisitos e instrucciones que, a manera de cláusulas, normarán la actuación de la dependencia y el consultor durante su ejecución. Ambas partes, al amparo de estos términos de referencia, estarán obligadas legalmente a cumplir con las cláusulas siguientes:

- a. La empresa participante deberá contar con personal que tenga comprobada experiencia en la realización de estudios de evaluación socioeconómica relacionados con el subsector hidráulico (agua potable, saneamiento, riego agrícola y protección a centros de población).
- b. El alcance de los servicios se encuentra especificado de acuerdo a los presentes términos de referencia.
- c. Los precios cotizados por el consultor consideran cubiertos todos los gastos directos e indirectos para realizar las actividades objeto de este trabajo.

Los precios unitarios de los conceptos de trabajo, deberán ser determinados y estructurados con costos directos, indirectos, de financiamiento, con cargo por utilidad y cargos adicionales, donde se incluirán los materiales a utilizar con sus correspondientes consumos y costos, y de mano de

obra, de la maquinaria o equipo requerido, incluyendo el científico, de computo, de medición y, en general el necesario para proporcionar el servicio, con sus correspondientes rendimientos y costos.

- d. El organismo operador entregará al consultor la información de interés que obre en su poder para la zona de estudio.
- e. Será obligación del consultor contar con el personal idóneo para llevar a cabo el seguimiento del estudio contratado y que será a satisfacción del organismo operador.
- f. Las propuestas económicas deberán incluir las erogaciones por parte del consultor para sostener la plantilla idónea y suficiente para que pueda llevar a cabo y cumplir satisfactoriamente con sus actividades.
- g. El consultor deberá contar con personal directivo capacitado para dirigir y manejar las actividades especificadas indicadas en estos términos de referencia, de tal forma que el seguimiento del estudio encomendado cumpla con los requisitos del programa y con la calidad.
- h. El consultor está obligado a proporcionar el reporte final impreso en documento (cuatro impresiones) y grabado en medios magnéticos (dos discos compactos).
- i. El consultor deberá entregar para su revisión por lo menos un informe de avance cuando la convocante lo solicite, y ésta verificará los trabajos del estudio para hacer las observaciones y correcciones necesarias para que el consultor las corrija en su desarrollo.
- j. El consultor deberá presentar la última exposición ante la convocante. Las observaciones que resulten de esta presentación se anotarán y el consultor procederá a realizar los ajustes finales para llevar a cabo la impresión del informe final.
- k. El consultor deberá entregar a la Institución contratante, como parte anexa del informe final, toda la información generada durante el estudio.
- l. La información recabada y generada como parte del estudio, todo el material gráfico, textual y magnético que forma parte del mismo, se consideran propiedad exclusiva de la contratante. Por lo tanto, sin previa autorización escrita de ésta, el consultor no podrá proporcionar la información y el material citado a otras dependencias, ni divulgar a través de conferencias, publicaciones u otros medios.
- m. Los archivos se deberán entregar en paquetería de procesador de textos y hojas de cálculo, los cuales no deberán tener claves de acceso y los archivos de las hojas de cálculo deberán de contener todas las fórmulas utilizadas para realizar los cálculos.

G.6 Especificaciones técnicas

En todas las actividades especificadas en este documento, el consultor deberá especificar claramente las metodologías y técnicas que utilizará en la ejecución de las mismas, así como las fuentes de información de los datos utilizados para tal efecto.

El consultor será responsable de mantener la confidencialidad de la información de todo tipo que se le entregue para la realización del estudio como en el estudio costo beneficio que se elaborará, ya que estos son propiedad de la Institución contratante.

G.7 Presentación de avances

Deberá al menos haber tres reuniones de presentación de avances, la primera al término del planteamiento de la situación actual y optimizada, la segunda al término de la valoración de los costos y beneficios y una sobre la presentación final.

G.8 Informe final

Se entregará un informe final, el cual se realizará de acuerdo a la estructura contenida en los lineamientos vigentes, e incluirá los resultados obtenidos en todas y cada una de las actividades especificadas.

De dicho informe se entregaran cuatro juegos. Como respaldos del documento y la presentación se entregarán dos discos compactos con los archivos digitales de la presentación y el informe final.

G.9 Productos a entregar

Un informe final con los resultados objeto de los presentes términos de referencia. El análisis contendrá los elementos descriptivos para su correcto planteamiento, de acuerdo a los apartados anteriormente descritos, debiéndose consultar la normatividad emitida por la SHCP para la estructura y realización de los estudios de análisis costo-beneficio.

Nota importante:

La tasa de descuento que el evaluador considere para el cálculo de los indicadores mencionados debe tener elección justificada en las condiciones del mercado durante la vida del proyecto, el tipo de proyecto, el horizonte de evaluación, la estructura de financiamiento, etc. A este respecto la Secretaría de Hacienda y Crédito Público, recomienda para la evaluación de este tipo de proyectos considerar una tasa de descuento del 12% anual o alguna otra que la SHCP in-

dique. De forma paralela el horizonte de evaluación mínimo recomendable por CONAGUA para la evaluación de este tipo de proyectos es de mínimo 20 años de operación.

Respecto del análisis de sensibilidad, el rango de variación de las variables a considerar deberá tener sustento en criterios utilizados para proyectos similares, en caso contrario deberá justificarse la elección para los movimientos elegidos en las variables.

G.10 Plazo de ejecución

El plazo de ejecución de los trabajos será de XXX días naturales contados a partir de la fecha de iniciación de los trabajos.

G.11 Forma de pago

Las estimaciones de los trabajos ejecutados se deberán formular con una periodicidad no mayor de un mes y por conceptos terminados. El contratista deberá presentarlas a la dependencia dentro de los seis días naturales siguientes a la fecha de corte para el pago de las estimaciones, acompañadas de la documentación que acredite la procedencia de su pago; la dependencia realizará la revisión y autorización de las estimaciones y contará con un plazo no mayor de quince días naturales siguientes a su presentación. En el supuesto de que surjan diferencias técnicas o numéricas que no puedan ser autorizadas dentro de dicho plazo, éstas se resolverán e incorporarán en la siguiente estimación.

Anexo H. Términos de referencia para la elaboración de estudios de evaluación socioeconómica de proyectos de protección a centros de población

H.1 Introducción

Como parte fundamental de la política fiscal en México, las inversiones del Gobierno Federal deberán contar con un estudio de evaluación socioeconómica que demuestre su rentabilidad social positiva.

Para la realización de este estudio es indispensable que se revise la normatividad vigente y que se cumpla cabalmente.

Ante los recursos fiscales cada vez más escasos, y que los proyectos en cartera tienen rentabilidades muy variables, la utilidad de la evaluación socioeconómica es la asignación del presupuesto para buscar una mayor contribución del mismo al crecimiento económico del País acompañado de un desarrollo social. Lo anterior promoverá una toma de decisiones más eficiente en materia de inversión en el Subsector Agua, asegurándose que los proyectos a realizar sean los más convenientes para la sociedad.

Es por ello y derivado de la ocurrencia de intensas precipitaciones en los últimos años y al crecimiento desordenado de las manchas urbanas del país, ha provocado inundaciones y afectaciones a la población, por lo que se han realizado estudios para la construcción de diversas obras de drenaje pluvial que permitirán el desalojo de las aguas de origen pluvial en los centros de población.

H.2 Objetivo

Los presentes Términos de Referencia tienen como objetivo la realización del estudio de evaluación socioeconómica de las obras de drenaje pluvial de acuerdo a los siguientes objetivos específicos:

- a. Efectuar los análisis básicos y visitas de campo para el planteamiento, obtención y generación de la información necesaria para el diseño de la evaluación costo beneficio de las obras objeto del presente contrato.
- b. Realizar los estudios de análisis hidrológico y simulación hidráulica necesarios para obtener las áreas de inundación en diferentes periodos de retorno y asociarlas a posibles daños en la población.

- c. Presentar la evaluación costo beneficio, con los indicadores de rentabilidad establecidos en la normatividad vigente y los respectivos análisis de sensibilidad de dicha evaluación, de acuerdo a la normatividad para este tipo de evaluaciones.

Se deberá analizar la información existente de estudios antes mencionados, mismos que serán proporcionados para su análisis y estudio, con base en esto y de manera conjunta con la información recabada en campo, el contratista propondrá los beneficios a considerar como directamente atribuibles al proyecto analizado e incluso aquellos que se deban considerar como intangibles o externalidades.

H.3 Alcances

La evaluación costo beneficio implica:

- a. Identificación de la problemática que genera la necesidad de realizar una evaluación para sustentar una decisión en la asignación de presupuesto federal para su completa solución y/o mitigación.
- b. La asimilación y exposición de la propuesta de solución de dicha problemática con base en un proyecto de ingeniería particular y específico, que se deriva de un análisis de alternativas técnico-económico y en su caso de operación ó mantenimiento.
- c. Análisis hidráulico y simulaciones hidráulicas contra diferentes magnitudes de inundación ligadas a una probabilidad de recurrencia de las áreas a beneficiar con el proyecto.
- d. La realización en sí, de la evaluación socioeconómica, estableciendo los costos y beneficios del proyecto de drenaje pluvial, mediante el análisis técnico del nivel de mitigación y su consecuente identificación, cuantificación y valoración para determinar los indicadores de rentabilidad adecuados.
- e. Las modificaciones necesarias de la evaluación costo beneficio a que su realización satisfaga los requerimientos de elaboración, soporte técnico y sustento de datos o información, presentación, contenido congruente con lo indicado por la normatividad vigente y aplicable, para lo cual se deberá cumplir cabalmente con los lineamientos establecidos por la Unidad de Inversiones de la SHCP para este tipo de estudios.

H.4 Descripción de actividades

Para la elaboración del presente estudio, atendiendo al objetivo y alcances señalados en los dos apartados anteriores, las actividades requeridas se detallan como sigue:

H.4.1 Visitas de campo, obtención y revisión de información

Para establecer de manera cualitativa los beneficios potenciales asociados al proyecto, se realizarán las visitas de campo necesarias para que el contratista pueda identificar los beneficios estimados del proyecto en la zona del proyecto, se deberá hacer mención a las afectaciones directas e indirectas que el proyecto tendrá. Los beneficios identificados deben ser congruentes con la problemática planteada a la que el proyecto da solución.

Respecto de los costos, se recopilará la información necesaria y consideraciones para la realización del proyecto de inversión.

Al término de las visitas se elaborará un reporte cualitativo en el cual se listen los beneficios y costos así como la forma en que se prevé la cuantificación de éstos, planteando las medidas necesarias a tomar para generar toda la información que se prevé será necesaria en la evaluación.

En esta parte se deberá definir si la información topográfica e hidrológica es suficiente para la realización de la simulación, en caso contrario deberá ser solicitada al ejecutor del proyecto o en su caso proceder a su estimación.

H.4.2 Procesamiento de información y obtención de las áreas de inundación

La consultora deberá considerar la generación de la siguiente información para obtener las áreas de inundación asociadas al proyecto para diferentes periodos de retorno cuyo rango varía de 5 a 1 000 años, según el tipo de proyecto, para lo cual se requerirá:

1. Utilizar información oficial que permita determinar la topografía de la zona, como son planos con planimetría y altimetría con separación de curvas de nivel máximas de 1.00 m ya sea en planos de redes de agua potable, alcantarillado, urbanización, pavimentación (rasantes) o cualquier otra que permita conocer el relieve topográfico real de la zona en estudio. Mediante las visitas de campo y recorridos se verificará la información existente y de ser necesario se podrá georeferenciar para su inclusión en el modelo de simulación hidráulica. El nivel de precisión recomendado deberá ser tal que puedan construirse áreas de inundación con diferen-

cias de 50 cm para cada elevación, aunque depende de la información existente y la topografía de la zona a proteger ya sea suave o accidentada, o bien zonas planas, lomeríos o con pendientes pronunciadas. Por lo anterior es fundamental elaborar la topografía en forma detallada, por lo que la Consultora deberá considerar dicha realización en caso de no existir en forma adecuada, previa acuerdo con la dependencia ejecutora del proyecto.

2. Análisis de información hidrológica de avenidas y/o precipitaciones en la zona a beneficiar mediante estudio hidrológico formal, la cual es indispensable para el estudio, en donde se deberán asociar las precipitaciones a periodos de retorno. El rango de los periodos de retorno a utilizar iniciará con un periodo de recurrencia tal que en la zona en estudio comienzan tirantes de agua superficial a presentar daños, que a su vez serán beneficios en la situación con proyecto y en cuanto al máximo se tomarán los valores máximos establecidos por la Comisión Nacional del Agua.

Definición de las zonas de inundación asociadas a cada nivel de escurrimiento generado en el área de influencia proyecto. Dichas zonas deben estar asociadas a la recurrencia de cada evento meteorológico ó de escurrimiento de origen pluvial. Las manchas de inundación deben representarse gráficamente a color y transparentes, ilustrando claramente la influencia que tiene en la urbanización y en las vialidades.

3. El punto anterior, implica deducir, investigar y generar la información hidrológica necesaria, basada en la determinación correcta de las características fisiográficas de la cuenca urbana y un análisis de los datos de precipitación y/o hidrométricos registrados en la estación meteorológica oficial más cercana, se continúa con la simulación hidráulica en la zona con problemas y finalmente se elaboran dichas curvas de inundación. Esto se deberá hacer considerando tanto la situación actual optimizada y la situación con proyecto.

H.4.3 Procesamiento de información y obtención de los daños asociados

La consultora deberá considerar la generación de la siguiente información para obtener los daños por inundación asociados al proyecto para diferentes periodos de retorno, utilizando la metodología del daño evitado esperado u la que se analice como la más adecuada, previa autorización de la ejecutora, para lo cual se requerirá:

1. Se deberá recopilar toda la información referente a tipo y monto de daños provocados por inundaciones ocurridas en las zonas a beneficiar con el proyecto, las cuales también

deben ser asociadas al periodo de retorno de las precipitaciones que los provocaron. En caso de ser necesario también se puede utilizar el método de asimilación de otros proyectos, lo cual debe ser perfectamente analizado y justificado.

2. Con la información anterior se deberán poder construir las siguientes curvas:

a) Precipitación versus daño ocasionado, para cada uno de los sectores afectados en la zona de estudio y que se beneficiarán con la realización del proyecto analizado.

b) Daño ocasionado versus probabilidad de ocurrencia.

A partir de la curva b) se cuantificará y valorará los beneficios por daño evitado esperado identificados.

H.4.4 Evaluación de condiciones del proyecto

a) Situación actual y problemática

Se realizará un resumen cualitativo del origen del proyecto y el objetivo que plantea su realización. Este análisis tendrá como marco de referencia la(s) ciudad(es) y/o población(es) que resulten involucradas por el proyecto. Lo anterior en términos de las principales características sociales, políticas y económicas existentes en las poblaciones involucradas para definir la problemática general de la zona del proyecto. Como resultado de lo anterior se deberá definir la problemática particular y específica a la que se pretende dar solución con la infraestructura de drenaje pluvial.

Una vez descrito lo anterior, se deberán presentar las alternativas consideradas, así como el razonamiento y justificación de la selección de la mejor de ellas, es recomendable una tabla comparativa de las ventajas y desventajas de dichas alternativas.

Respecto de la infraestructura existente, se incluirán los datos e información en la zona del proyecto; como son cantidad y tipo de viviendas existentes, comercios; identificación de la infraestructura vulnerable, conducciones, viaductos, etc. Se deberán agregar planos, mapas, y/o croquis para visualizar la situación de esta infraestructura en la(s) localidad(es) o población(es) involucrada(s).

Enumerando las afectaciones del proyecto en el área, se describirá detallada y particularmente la problemática específica a la que el proyecto de la obra pluvial dará solución. Se hará énfasis especial a la descripción general de los aspectos económicos más relevantes, poniendo particular atención en aquellos que se verán afectados, tanto positiva como negativamente por la realización del proyecto, como pueden ser interrupción de tráfico vehicular, afectación de actividades comerciales y laborales,

generación de pérdidas económicas y materiales derivadas de la inundación.

b) Situación actual optimizada

La consultora deberá describir (de acuerdo a su experiencia, visitas y trabajo de campo y entrevistas con personal de instituciones o sectores relacionados con las afectaciones por la inundación) las acciones que permitan optimizar la situación actual definida en el punto anterior para no atribuirle beneficios y costos al proyecto que no le corresponden. Los resultados de dichas acciones podrían conseguirse sin realizar la inversión del proyecto y corresponden a todas aquellas establecidas en programas o proyectos de inversión, programados o en marcha; es decir acciones que se realizarían independientemente del proyecto analizado.

Se deberá incluir una tabla indicando las proyecciones, a lo largo del horizonte de evaluación, de las principales variables o aspectos afectados o beneficiados tanto de la situación actual como de la situación actual optimizada.

Análisis de oferta

En este punto se deberá describir la infraestructura pluvial existente en la zona del proyecto o en la zona de estudio. Se recopilará y organizará la información necesaria para la determinar la oferta real de infraestructura en la zona, en cuanto a su disponibilidad en cantidad y calidad.

En resumen, identificando los servicios actuales se determinarán las condiciones en las que actualmente se genera la oferta (problemática particular de la zona de estudio), y a partir de este análisis se determinarán posibles escenarios de mitigación o solución.

d) Análisis de demanda

Se analizarán y describirán las características de la demanda de infraestructura pluvial en la zona de estudio. Se atenderá la contribución y demanda de todos los factores afectados por la problemática definida, así como a la proyección de las necesidades de futuras de cada uno.

La proyección podrá realizarse suponiendo que no se presentaran cambios en los patrones de precipitación/escurrimiento históricos, de otra forma deberán soportarse las hipótesis o supuestos para dichos cambios. En caso de considerar que pueden darse cambios en el/los patrones, los resultados deberán presentarse como un análisis paralelo al escenario donde estos no se modifican.

Al analizar la demanda se deben identificar los costos implícitos que afectan a los demandantes para tener acceso al bien o servicio analizado de forma alternativa, cuantificarlos y valorarlos con el fin de posteriormente incluirlos en el costo social del bien demandado en la situación sin proyecto.

e) Análisis oferta-demanda

Para hacer el análisis integral de la oferta-demanda, se deberá tomar en cuenta la proyección de todos los factores identificados como afectados en la zona de estudio, con la finalidad de hacer las proyecciones con y sin proyecto. Se deberá tener especial cuidado en delimitar el nivel de solución que dará el proyecto evaluado, es decir que parte o proporción de la problemática planteada (problemática general de la zona o regional) será realmente resuelta con el proyecto en cuestión (problemática particular o específica solucionada).

Para el caso particular de las condiciones de demanda de los colectores pluviales, será necesario definir para cada uno de los sectores afectados por la ausencia o deficiencia de la infraestructura pluvial, la estimación del tipo y nivel de daño que se está generando y su evolución durante todo el horizonte de evaluación.

H.4.5 Descripción y alcances del estudio costo beneficio

La consultora recopilará los estudios realizados para la ejecución de las obras del proyecto, describirá la alternativa seleccionada en todos sus aspectos, alcances y etapas, desde su concepción física y componentes hasta su concepción operativa, capacidad de diseño y estimación o proyección de su utilización en el tiempo. Esta información es la base para la estimación y definición del nivel de solución que brindará o solucionará el proyecto, así como para definir la inversión necesaria y los costos de operación y mantenimiento del mismo. Deberá hacerse uso de mapas, croquis, diagramas o esquemas para facilitar su presentación y correcto planteamiento.

a) Alternativas

Deben mencionarse las alternativas que se estudiaron para sustentar la decisión de que el proyecto es la mejor de ellas. Incluirá un comparativo de las alternativas que en su momento se consideraron para solucionar la problemática que dio origen al proyecto. Debe considerarse que sólo son comparativas aquellas alternativas, que como el proyecto,

cumplen con los criterios de factibilidad técnica acordes a las condiciones existentes.

b) Localización

Ubicación física de todas las obras que considera el proyecto, incluyendo la entidad, el municipio y las localidades involucradas. Se considerará también la localización de la infraestructura necesaria para la obtención de los beneficios y costos atribuibles al proyecto. Incluir croquis para destacar el área de influencia del proyecto, indicando las condiciones y zonas en las que proyecto impactará.

c) Operación y capacidad

Describirá y justificará la opción tecnológica del proyecto en razón de la calidad y cantidad de la oferta atribuible a éste.

Realizando de manera general una descripción de los principales componentes, equipos, instalaciones, infraestructura e insumos involucrados; justificará que la capacidad y calidad seleccionadas son las óptimas en función de su localización, economías de escala, y disponibilidad de insumos.

d) Estimación de costos de inversión

Debe presentar el desglose detallado de todos los costos de inversión atribuibles al proyecto, incluyendo gastos asociados. Deberá presentarse un formato que contenga columnas para identificar: conceptos de gasto, descripción, unidad de medida, precio, e importe total; éste último deberá establecerse claramente en cantidades con y sin impuesto al valor agregado (IVA).

Se deberán desagregar los costos de inversión en las principales partidas del proyecto y a su vez cada una de las partidas en dos rubros principales: mano de obra y materiales y equipo, lo anterior con el fin de realizar la conversión de la inversión privada a inversión social.

e) Calendario de inversiones

El calendario debe reflejar la periodicidad y cuantía de inversión necesaria para el desarrollo del proyecto. En caso de contar con la información pormenorizada respecto de las fases, así como sus alcances, deberá incluirse.

f) Costos de operación y mantenimiento

El análisis de costos de operación y mantenimiento del proyecto considerará todos aquellos que deriven de la operatividad las obras para que la infraestructura de protección sea

aprovechada de manera efectiva y garantice los beneficios considerados. Se especificará de manera individual los costos asociados a cada obra y los supuestos económicos u operativos en que sustentan los cálculos y proyecciones.

g) Fuente de los recursos para inversión

Se Identificará la disponibilidad de recursos para la realización del proyecto. Lo anterior implica un análisis de las finanzas públicas para determinar el origen de los recursos con el fin de presentar de manera desglosada la fuente, el monto o proporción de mezcla de recursos y el calendario para llevar a cabo las inversiones.

h) Conclusión de la vida del proyecto

Establecer la vida útil estimada del proyecto, y en su caso prever que al término de ésta, nuevas inversiones que den continuidad a los beneficios del proyecto.

H.4.6 Evaluación socioeconómica

a) Situación con proyecto. Valoración de beneficios y costos

Se considerará el impacto que representa la realización del proyecto. Deberá compararse la situación sin proyecto optimizada versus la situación con proyecto, de tal manera que se identifiquen puntualmente los impactos exclusivos de las obras a realizar, éstos últimos se reflejarán en un flujo de costos y beneficios. Este análisis deberá basarse en las estimaciones de la oferta y la demanda proyectadas para esta evaluación socioeconómica.

Deberán identificarse, cuantificarse y valorarse los beneficios y costos atribuibles al proyecto, explicando por qué son considerados como tales y cómo se obtuvieron los valores para cada uno de ellos. Establecerá de manera cuantitativa las unidades físicas en las que se convirtieron los costos y beneficios identificados, (metros cúbicos de agua, horas-hombre, costos unitarios de consulta, etc.), y se valorará monetariamente cada una de las unidades de costos y beneficios a través de los precios sociales atribuibles a éstos.

Cuando en su caso no pueda atribuirse un precio a un beneficio o costo, el Consultor dejará establecido de manera cualitativa el concepto, indicando la inviabilidad de establecer en términos monetarios el monto del concepto enfatizando el impacto real del proyecto en la problemática particular.

Respecto de los montos calculados por concepto de costo o beneficio, éstos deben presentarse en periodo de tiempo

de evaluación, especificándose y justificándose los supuestos utilizados para llevar a cabo las proyecciones. En esta sección se deberá identificar en el horizonte de evaluación las etapas del proyecto que se pretenden llevar a cabo.

b) Cálculo de rentabilidad

A fin de demostrar si el proyecto es susceptible de generar por sí mismo beneficios netos para la sociedad bajo supuestos razonables, identificará y cuantificará en términos monetarios el flujo de los costos y beneficios atribuibles al proyecto a lo largo del horizonte de evaluación y sobre éstos estimará los criterios de rentabilidad que aquí se especifiquen.

Ya que la evaluación del proyecto debe tomar en cuenta los efectos directos e indirectos -incluyendo externalidades y efectos intangibles-, derivados de su realización a fin de determinar su impacto sobre la sociedad, la cuantificación de los costos y beneficios debe realizarse considerando precios sociales. Estos últimos se refieren a aquellos que reflejan el costo real de la producción o utilización de un determinado bien o servicio, es decir el valor real que un individuo atribuye a un bien con base en las mejores alternativas que tiene disponible.

Respecto de los indicadores de rentabilidad, se deberán realizar los cálculos para determinar:

- Valor Actual Neto (VAN),
- Tasa Interna de Retorno (TIR) y
- Tasa de Rendimiento Inmediato (TRI).

c) Análisis de sensibilidad y riesgos

Se identificarán los efectos que ocasionaría la modificación en las principales variables de: inversión y costos de operación, beneficios de proyecto, y la tasa de descuento, sobre los indicadores de rentabilidad del proyecto -VAN, TIR y en su caso TRI-. Asimismo se deberán considerar los riesgos que en la realización del proyecto puedan afectar su rentabilidad, tanto en la etapa de ejecución como en la operación.

Establecerá el efecto derivado de variaciones porcentuales en las variables mencionadas, señalando los efectos de éstas sobre los criterios de rentabilidad en cuanto a la susceptibilidad que ocasionan las variaciones.

Se debe presentar la variación porcentual de la variable que se sensibiliza, respecto al valor utilizado y/o los supuestos considerados para la misma evaluación, así como el efecto que dicha variación causa en el indicador de rentabilidad.

H.5 Calendario de actividades

En la ejecución de las actividades objeto de estos términos de referencia comprenderá como máximo un periodo para su realización de diez semanas.

H.6 Especificaciones generales

Se entenderá por especificaciones generales del estudio, al conjunto de disposiciones, requisitos e instrucciones que, a manera de cláusulas, normarán la actuación de la dependencia y el consultor durante su ejecución. Ambas partes, al amparo de estos términos de referencia, estarán obligadas legalmente a cumplir con las cláusulas siguientes:

- a. El alcance de los servicios se encuentra especificado de acuerdo a los presentes términos de referencia.
- b. Los precios cotizados por el consultor consideran cubiertos todos los gastos directos e indirectos para realizar las actividades objeto de este trabajo.
- c. El trabajo en cuestión es susceptible de modificarse, lo anterior indica aumento en alguna actividad a costa de eliminar o reducir parcialmente otra de ellas.
- d. La dependencia contratante entregará al consultor la información de interés que obre en su poder para la zona de estudio.
- e. Será obligación del consultor contar con el personal idóneo para llevar a cabo el seguimiento del estudio contratado, mismo personal que será siempre a satisfacción de la dependencia.
- f. Las propuestas económicas deberán incluir las erogaciones por parte del consultor para sostener la plantilla de personal técnico y especialista idónea y suficiente para que pueda llevar a cabo y cumplir satisfactoriamente con sus actividades.
- g. El consultor deberá contar con personal directivo capacitado para dirigir y manejar las actividades especificadas en estos términos, de tal forma que el seguimiento del estudio encomendado cumpla con los requisitos del programa y con la calidad de acuerdo a las instrucciones de la dependencia.
- h. La convocante nombrará durante la ejecución de los trabajos de gabinete a personal que lleve a cabo la supervisión; así mismo durante los procesos de análisis y cálculo correspondientes.
- i. El consultor está obligado a proporcionar la relación de su personal técnico, profesional y directivo, así como del personal encargado del control de la calidad de sus trabajos, anexando currículum vitae de cada uno de ellos.
- j. El consultor está obligado a proporcionar el reporte final impreso en documento (con número de impresiones no menor a cuatro) y grabado en discos compactos.
- k. El consultor deberá entregar para su revisión por lo menos un informe de avance cuando la convocante lo solicite, y ésta verificará los trabajos del estudio para hacer las observaciones y correcciones necesarias para que el consultor las corrija en su desarrollo.
- l. Antes del reportar el informe final, la convocante podrá solicitar dos presentaciones preliminares al consultor, mismo que presentará las actividades realizadas y resultados obtenidos en cada caso del estudio. En la presentación podrá emplearse transparencias, presentaciones multimedia, mapas, fotografías y demás material documental. Se harán las observaciones de fondo al trabajo encomendado, mismas que deberán ser corregidas por el consultor. Posteriormente, de manera escrita, se enviarán al consultor las observaciones detalladas sobre el texto del estudio a considerarse en el informe final, para que éste proceda a realizar las modificaciones o correcciones que correspondan.
- m. El consultor deberá exponer la versión final de su evaluación ante la convocante, misma que deberá contar con los resultados del estudio corregidos e indicados en observaciones previas. Las observaciones últimas que resulten de esta presentación se anotarán y el consultor procederá a realizar los ajustes finales para llevar a cabo la impresión del informe final.
- n. El consultor deberá entregar a la Institución contratante, como parte anexa del informe final, toda la información generada durante el estudio, misma que conformará el expediente del estudio socioeconómico, dentro de esta información se contemplan fotografías, mapas, encuestas, levantamientos de campo, anexos de cálculo, información o reportes entregados por otras dependencias y toda la que se genere resultado del estudio costo beneficio.
- o. La información recabada y generada como parte del estudio, todo el material gráfico, impreso y archivos para computadora personal (PC), que conforman el expediente del mismo, se consideran propiedad exclusiva de la contratante. Por lo tanto, sin previa autorización escrita de ésta, el consultor no deberá proporcionar la información y el material citado a otras dependencias, ni divulgar a través de conferencias, publicaciones u otros medios.
- p. El consultor deberá presentar en sus anexos una manifestación del ejecutor de los estudios hidrológicos y de simulación hidráulica elaborados, incluyendo copia de cedula profesional o copia de título que lo acredite como especialista o master en ingeniería hidráulica, para los fines que al convocante convengan.

H.7 Especificaciones técnicas

En todas las actividades especificadas en este documento, el consultor deberá especificar claramente las metodologías y técnicas tanto en lo socioeconómico como en lo hidrológico e hidráulico que utilizará en la ejecución de las mismas, así como las fuentes de información de los datos utilizados para tal efecto.

Adjunto a los presentes términos de referencia, la convocante proporcionará al consultor un listado de los estudios desarrollados, los cuales el consultor podrá revisar para el desarrollo del presente estudio. El consultor será responsable de mantener la confidencialidad de la información contenida tanto en los mencionados estudios como en el estudio costo beneficio que se elaborará, ya que estos son propiedad de la Institución contratante.

H.8 Presentación de avances

Para que la convocante conozca los avances del proyecto de seguimiento a los trabajos realizados, se realizarán por lo menos dos reuniones para presentación de avances.

En dicha reunión el consultor presentará un informe escrito, respaldado por archivos digitales sobre la realización de las actividades 1 y 2, los cuales serán entregados físicamente el día de la reunión.

H.9 Informe final

Se entregará un informe final, el cual se realizará de acuerdo a la estructura contenida en los lineamientos vigentes, mismos que son obligación del consultor conocer, comprender y manejar, ya que este informe incluirá los resultados obtenidos en todas y cada una de las actividades especificadas.

De dicho informe se entregarán xxx (cuatro mínimo) juegos. Así como los respaldos del documento y de la presentación, se entregarán dos discos compactos con los archivos digitales de la presentación y el informe final aprobados por la contratante.

H.10 Productos a entregar

1. Al menos un informe escrito sobre los avances del proyecto. Éste podrá almacenarse en una carpeta plástica y el contenido deberá estar organizado de la manera que el consultor considere más conveniente. Asimismo el informe deberá digitalizar toda la información generada y/o entregada, que forma parte del expediente del proyecto, misma que se entregará en tantos discos compactos como sea necesario para su almacenamiento.

2. Un informe final con los resultados objeto de los presentes términos de referencia. El análisis contendrá los elementos descriptivos para su correcto planteamiento; a continuación se enlistan los apartados recomendables para la presentación del estudio, pero también deberá de consultarse la normatividad emitida por la SHCP para la estructura y realización de estos estudios:

- Resumen ejecutivo
- Situación sin proyecto y posibles soluciones
- Descripción técnica y definición de los alcances del proyecto
- Situación con proyecto
- Evaluación del proyecto
- Análisis de sensibilidad
- Conclusiones, limitaciones y recomendaciones

H.11 Anexos

a. Anexo 1

Las fórmulas para el cálculo de los indicadores de rentabilidad a que se hace referencia son las siguientes.

- Valor Actual Neto (VAN). Establece que el valor del proyecto será el valor presente de los flujos de efectivo que se espera sean generados por las inversiones realizadas. La regla establece que un proyecto con VAN negativo debe rechazarse.

$$VAN = \sum_{t=0}^T \frac{(B_t - C_t)}{(1-r)^t}$$

donde:

VAN Valor Actual Neto

$(B_t - C_t)$ Flujos de efectivo esperados en el año t.

r Tasa de descuento.

- Tasa Interna de Retorno (TIR). Representa la tasa de rendimiento más alta que se podría obtener del proyecto durante el horizonte de evaluación. Es decir que todos los fondos para el financiamiento no pudieran ser utilizados en otra alternativa de inversión.

$$\sum_{t=0}^T \frac{(B_t - C_t)}{(1-\rho)^t} = 0$$

donde:

$\rho = TIR$

- Tasa de Rendimiento Inmediato (TRI). El momento óptimo para la entrada en operación de un proyecto cuyos bene-

ficios son crecientes en el tiempo se determina a través de este indicador.

$$TRI = \frac{(B_{t+1} - C_{t+1})}{I_t}$$

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 la inversión valuado en el año t

t Año en que termina la construcción del proyecto

t+1 Primer año de operación

Nota:

La tasa de descuento r_t que el evaluador considere para el cálculo de los indicadores mencionados debe tener elección justificada en las condiciones del mercado durante la vida del proyecto, el tipo de proyecto, el horizonte de evaluación, la estructura de financiamiento, etc. A este respecto la Secretaría de Hacienda y Crédito Público, recomienda para la evaluación de este tipo de proyectos considerar una tasa de descuento del 12% anual. De igual manera el horizonte de evaluación mínimo recomendado por CONAGUA para la evaluación de este tipo de proyectos es de 20 años.

Respecto del análisis de sensibilidad, el rango de variación de las variables a considerar deberá tener sustento en criterios utilizados para proyectos similares, en caso contrario deberá justificarse la elección para los movimientos elegidos en las variables.

Anexo. I Términos de referencia para la contratación del dictamen de un perito valuador externo sobre los análisis de factibilidad técnica, económica y ambiental de proyectos

I.1 Antecedentes

Se debe incluir un resumen de los antecedentes de la localidad y el proyecto, así como la problemática que origina el proyecto, lo cual servirá como marco de referencia de los presentes términos.

I.2 Objetivo

De acuerdo a lo establecido en el artículo 34 numeral II de la Ley Federal de Presupuesto y Responsabilidad Hacendaria, así como en el artículo 53 numeral II del Reglamento de la Ley Federal de Presupuesto y Responsabilidad Hacendaria, los programas y proyectos de inversión deberán contar con el dictamen favorable sobre el análisis de factibilidad técnica, económica y ambiental, objetivo de este contrato.

La contratista deberá en todo momento revisar la normatividad aplicable, especialmente la publicada por la Subsecretaría de Egresos de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público (SHCP) donde se dicta las condiciones y contenido del presente dictamen, la cual está contenida en la página de Internet de dicha subsecretaría.

I.3 Definiciones

- a. **Análisis de factibilidad ambiental:** los estudios en donde se determina que un programa o proyecto de inversión cumple con la normatividad aplicable en materia ambiental;
- b. **Análisis de factibilidad económica:** los estudios sobre la cuantificación de los costos y beneficios de un programa o proyecto de inversión en donde se muestre que el mismo es susceptible de generar, por sí mismo, beneficios netos bajo supuestos razonables;
- c. **Análisis de factibilidad técnica:** los estudios sobre los materiales, maquinaria, equipo, tecnología y calificación de personal que se requieren para la ejecución y operación de un programa o proyecto de inversión, en donde se determine si el proyecto se apega a las normas establecidas por la dependencia o entidad, así como a las prácticas aceptadas de ingeniería y a los desarrollos tecnológicos disponibles;
- d. **Dictamen:** documento a través del cual se manifiesta una opinión sobre los análisis de factibilidad económica, técnica

y ambiental y, en su caso, sobre el proyecto ejecutivo de obra pública, en los términos de estos lineamientos;

I.4 Alcances

La elaboración del dictamen implica:

- a) **Para dictaminar sobre el análisis de factibilidad técnica, el experto deberá considerar lo siguiente:**
 - i. Localización de la obra;
 - ii. Especificaciones técnicas del programa o proyecto;
 - iii. Disponibilidad de insumos necesarios para la operación y, en su caso, para la realización del programa o proyecto;
 - iv. Justificación sobre la tecnología propuesta;
 - v. Calificación del personal requerido para llevar a cabo el programa o proyecto de inversión;
 - vi. Capacidad técnica de cumplir con las metas que se propone alcanzar;
 - vii. Vida útil del activo, y
 - viii. Congruencia del programa o proyecto de inversión con las prácticas aceptadas de la ingeniería y con los desarrollos tecnológicos disponibles.
 - ix. Análisis de alternativas realizado

Los incisos iv a vi no se tendrán que considerar cuando, por la naturaleza del programa o proyecto de inversión, no se disponga de la información correspondiente sino hasta después de haber realizado el procedimiento de contratación.

- b) **Para dictaminar sobre el análisis de factibilidad económica (costo-beneficio o evaluación socioeconómica), el experto deberá considerar lo siguiente:**

- i. Objetivos y metas del programa o proyecto;
- ii. Estudio de mercado, elaborado con base en el análisis de la oferta y demanda actual y futura en los mercados relevantes, incluyendo el impacto que tendría la realización del programa o proyecto de inversión sobre el mercado;
- iii. Costos y beneficios económicos que se estima alcanzar en términos anuales, incluyendo los indicadores de rentabilidad correspondientes;

- iv. Argumentación de la dependencia o entidad para justificar la determinación de los costos y beneficios estimados del programa o proyecto;
- v. Calendario de inversiones y plazo de ejecución, y su congruencia con los costos y beneficios esperados;
- vi. Parámetros de referencia utilizados, tales como la tasa de descuento y la trayectoria de precios de los insumos y de los bienes y servicios finales, entre otros;
- vii. Como parte de los costos a que se refiere la fracción iii, costos de operación y mantenimiento esperados, una vez que concluya el periodo de construcción e inicie la operación del activo;
- viii. Análisis de sensibilidad de los parámetros de referencia;
- ix. Fuentes de los recursos para cubrir el costo de la inversión, así como de la operación y mantenimiento de los activos, y
- x. Identificación de los riesgos asociados a la ejecución y operación del programa o proyecto que puedan afectar su rentabilidad.
- xi. Que los beneficios estén calculados bajo supuestos razonables.

El inciso ix no se tendrá que considerar cuando, por la naturaleza del programa o proyecto de inversión, no se disponga de la información correspondiente sino hasta después de haber realizado el procedimiento de contratación.

c) Para dictaminar sobre el análisis de factibilidad ambiental, el experto deberá considerar el cumplimiento de la normatividad relacionada con la legislación ambiental; así como analizar las posibles medidas de mitigación o prevención que existieran.

En el dictamen, el dictaminador podrá recomendar que se tome una de las siguientes decisiones:

- i. Ejecutar el proyecto conforme al calendario y características previstas;
- ii. Ejecutar el proyecto sujeto a ciertas condiciones;
- iii. Aplazar la ejecución del proyecto;
- iv. Rechazar el proyecto, o
- v. Realizar más estudios o acciones referentes al proyecto ejecutivo de obra y los análisis de factibilidad técnica, económica y ambiental, antes de tomar una decisión definitiva.



I.5 Descripción de actividades

Para la elaboración del presente estudio, atendiendo al objetivo y alcances señalados en los apartados anteriores, las actividades requeridas se detallan como sigue.

I.5.1 Visitas de campo

Para establecer de manera adecuada la concepción del proyecto una visita y recorrido de campo a la zona de la presa y recorrido del acueducto previo a la licitación para la formulación de las propuestas, lo cual no será de carácter obligatorio para las concursantes si consideran que cuentan con los elementos suficientes para su propuesta. La empresa ganadora realizará al menos una visita a los principales sitios del proyecto.

I.5.2 Realización del dictamen

La empresa ganadora recibirá la documentación detallada en los presentes términos y que será la que utilizará para el análisis del proyecto, para lo cual podrá estar en contacto permanente con la Comisión Estatal del Agua para cualquier duda o aclaración al respecto.

I.5.3 Confidencialidad

La información recabada y generada como parte del estudio, todo el material gráfico, textual y magnético que forma parte del mismo, se consideran propiedad exclusiva de la contratante, por lo que durante la vigencia del presente contrato y hasta el término de la licitación y adjudicación del proyecto, la empresa ganadora se compromete a guardar estricta confidencialidad con relación a la información técnica y cualquier otra que se derive de los trabajos, no pudiendo ser divulgada, ni transferida a terceros.

I.5.4 Responsabilidades

La empresa ganadora se compromete a entregar un dictamen objetivo de acuerdo a su experiencia profesional y a las prácticas adecuadas de la ingeniería, en el que resalte las virtudes, áreas de oportunidad de mejora y recomendaciones al proyecto, de acuerdo a los puntos señalados en el punto iv.

I.6 Calendario de actividades

En la ejecución de las actividades objeto de estos términos de referencia comprenderá como máximo un periodo para su realización de cinco semanas a partir del fallo del

concurso, entregándose en forma inmediata la información correspondiente al proyecto.

I.7 Especificaciones generales

Se entenderá por especificaciones generales del estudio, al conjunto de disposiciones, requisitos e instrucciones que, a manera de cláusulas, normarán la actuación de la dependencia y de la empresa ganadora durante su ejecución. Ambas partes, al amparo de estos términos de referencia, estarán obligadas legalmente a cumplir con las cláusulas siguientes:

- i. El alcance de los servicios se encuentra especificado de acuerdo a los presentes términos de referencia.
- ii. Los precios cotizados por la empresa ganadora consideran cubiertos todos los gastos directos e indirectos para realizar las actividades objeto de este trabajo.
- iii. Las propuestas económicas deberán incluir las erogaciones por parte del consultor para sostener la plantilla idónea y suficiente para que pueda llevar a cabo y cumplir satisfactoriamente con sus actividades.
- iv. El consultor deberá contar con personal capacitado para dirigir y manejar las actividades especificadas en estos términos, de tal forma que el seguimiento del estudio encomendado cumpla con los requisitos especificados y con la calidad de acuerdo a las instrucciones de la dependencia.
- v. El consultor está obligado a proporcionar el currículum vitae de la empresa o sus integrantes que demuestre experiencia en la elaboración o revisión de análisis de factibilidad y proyectos ejecutivos de obra pública, así como en el uso de análisis de riesgos en la ejecución y operación de programas y proyectos de inversión

I.8 Informe y presentación final

Se entregará un informe final, el cual se realizará de acuerdo a la estructura contenida en la normatividad vigente, e incluirá los resultados obtenidos en todas y cada una de las actividades especificadas.

De dicho informe se entregaran cuatro copias en papel con encuadernación con rúbricas o firmas en todas las hojas, siendo la última ser firmada en forma obligatoria. Como respaldos del documento y la presentación se entregarán dos discos compactos con los archivos digitales de la presentación y el informe final.

Anexo J. Optimización del patrón de cultivos para un proyecto de planta de tratamiento y directrices para riego de tipos de cultivo de acuerdo a la calidad del agua y normatividad vigente en materia de agua

J.1 Optimización del patrón de cultivos para un proyecto de planta de tratamiento

La optimización de la situación actual se refiere a lo que debería hacerse en zonas de cultivo si no se realiza el proyecto de tratamiento de aguas residuales.

De acuerdo con lo observado en diferentes proyectos de plantas de tratamiento que tendrán beneficios en el riego agrícola, se pueden manejar los siguientes dos casos de situación actual.

J.1.1 Riego de temporal

Esta es una situación muy común en nuestro país. Son zonas que no cuentan con infraestructura de riego ni una fuente de abastecimiento, por lo que simplemente van cambiando el tipo de cultivo de acuerdo a la época del año y a las costumbres e inclusive imitación con otros agricultores del mismo tipo.

En este sentido es poco lo que puede hacerse en optimización. Se puede obtener la rentabilidad de cada uno de los cultivos y en caso de ser varios, proponer una disminución relativa de los menos rentables por los que den más rentabilidad, entendiendo que al ser cultivos de alto riesgo porque dependen de la precipitación, no se pueden considerar cambios significativos.

En este tipo de proyectos es importante no olvidar incluir la infraestructura de conducción y distribución desde la corriente hasta las parcelas.

a) Situación actual optimizada para el beneficio por incremento en la productividad agrícola⁶².

Con el fin de no atribuirle al proyecto beneficios que no corresponden, se puede suponer que la superficie a beneficiar con las aguas tratadas por la PTAR siembra cultivos de temporal más rentables, para ello se requiere cumplir con la Norma Mexicana que señala la presencia de parásitos en las aguas residuales destinadas al cultivo de riego no restringido,

la presencia de 1 (uno) huevo de helminto por litro como máximo, y de 1 000 a 2 000 nmp/100 ml., de coliformes fecales. Aunque la estadística analizada muestra que el frijol representa la mayor superficie sembrada en temporal, el análisis realizado muestra que los rendimientos son muy bajos y por ende la utilidad.

Para este caso podría considerarse el sorgo forrajero verde, que si bien apenas representa el 0.2% del total de la superficie sembrada bajo el régimen de temporal en el estado de Zacatecas, es el que brinda la mayor ganancia, incluso mayor que la de la avena forrajera, la cual representa el 11.5% del total temporalero.

En la situación actual optimizada se considera además que el maíz tenderá a bajar sus hectáreas de cultivo, cediéndosela al sorgo forraje verde, que es un producto más rentable, sin llegar a erradicarse por completo por razones sobre todo por la necesidad y arraigo de parte de los ejidatarios de la zona.

No se vislumbran posibilidades de mejorar la situación de los productores agrícolas en tanto prevalezcan las condiciones impuestas por el errático y escaso régimen de lluvias de Zacatecas, pues sus ingresos dependen completamente de los rendimientos que alcanza el cultivo bajo el régimen de temporal.

Para el cálculo del beneficio se está comparando el excedente en la producción de la situación actual optimizada con la situación con proyecto, el resultado y/o diferencia de esta comparativa será el beneficio por incremento en la rentabilidad agrícola a considerar en el flujo de costos y beneficios del proyecto evaluado.



62 CONAGUA, "Evaluación Socioeconómica para el saneamiento de las aguas residuales de Zacatecas, Zac", 2007.

En este caso se considera que persisten los cultivos anteriormente de temporal pero ahora con riego exclusivamente por costumbre y necesidades locales, pero se tomó el cultivo predominante en la zona como el que sobresaldrá en la situación con proyecto.

Cabe mencionar que ambas situaciones se está considerando una tasa de incorporación de los agricultores (ver tabla J.1).

J.1.2 Riego establecido

Es cuando se tienen fuentes de abastecimiento definidas e infraestructura para regar los cultivos, por lo regular se divide en temporadas primavera-verano y otoño-invierno, así como con cultivos perennes. En este caso se puede proceder de dos maneras, la cual dependerá del número de cultivos con y sin proyecto e información histórica con la que se cuenta.

a) Optimización con datos históricos⁶³

Situación sin proyecto riego agrícola

El sector agrícola, ha sido afectado de sobremanera con las descargas de las aguas residuales provenientes de la ciudad de Morelia, lo que ha ocasionado que la totalidad de los cultivos regados con agua proveniente del río Grande de Morelia, sean forrajes, ya que el río es utilizado como canal principal del Distrito de Riego O20.

Esta situación ha reducido las utilidades de los agricultores de la zona, por lo que se estimó el excedente económico de estos agricultores, utilizando la estructura de cultivos estimada en promedio durante los últimos años (2001-2004), dicha información fue obtenida de

63 Godínez G, Rafael, "Evaluación de Socioeconómica del Saneamiento de Aguas Residuales de Morelia, Mich.", 2007.

Tabla J.1 Comparación de la situación actual, optimizada y con proyecto

| Situación Actual | Cultivos / ha | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 |
|------------------|---------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | Maíz Grano | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 |
| | Sorgo Forraje Verde | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 |
| | TOTAL | 450 | 450 | 450 | 450 | 450 | 450 | 450 | 450 | 450 | 450 | 450 | 450 | 450 | 450 |

| Situación Actual Optimizada | Cultivos / ha | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 |
|-----------------------------|---------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | Maíz Grano | 150 | 145 | 135 | 115 | 105 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| | Sorgo Forraje Verde | 300 | 305 | 315 | 335 | 345 | 350 | 350 | 350 | 350 | 350 | 350 | 350 | 350 | 350 |
| | TOTAL | 450 | 450 | 450 | 450 | 450 | 450 | 450 | 450 | 450 | 450 | 450 | 450 | 450 | 450 |

| Situación Con Proyecto | Cultivos / ha | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 |
|------------------------|-----------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | O - I | | | | | | | | | | | | | | |
| | Avena forrajera verde | | | | 3 | 3 | 3 | 3 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 5 | 5 |
| | Cebolla | | | | 19 | 19 | 19 | 19 | 22 | 22 | 22 | 22 | 22 | 25 | 25 |
| | Tomate verde | | | | 12 | 12 | 12 | 12 | 13 | 13 | 13 | 13 | 13 | 15 | 15 |
| | Maíz Grano | | | | 16 | 16 | 16 | 16 | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 | 5 | 5 |
| | SUBTOTAL | | | | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 |
| | P - V | | | | | | | | | | | | | | |
| | Avena forrajera verde | | | | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 |
| | Maíz Grano | | | | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 |
| | Sorgo Forraje Verde | | | | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 |
| | SUBTOTAL | | | | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 |
| | PERENNES | | | | | | | | | | | | | | |
| | Alfalfa verde | | | | 400 | 400 | 400 | 400 | 400 | 400 | 400 | 400 | 400 | 400 | 400 |
| TOTAL | | | | 450 | 450 | 450 | 450 | 450 | 450 | 450 | 450 | 450 | 450 | 450 | |

la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA).

Partiendo de los datos de los cultivos regados con aguas provenientes del río Grande de Morelia que contienen aguas

residuales sin tratar, el valor de la producción en la situación actual estimado es de 79 197 230, cuyo desglose se muestra en la siguiente tabla.

Tabla J.2 Valor de la producción situación actual

| MÓDULO II | | | | |
|--------------------------|-----------------------------|--|-----------------------------|---|
| CULTIVO | RENTABILIDAD (\$/ha) | SUPERFICIE SEMBRADA MÓDULO II (ha) | CONSUMO DE AGUA (m³) | VALOR DE LA PRODUCCIÓN SIT ACTUAL (\$) |
| OTOÑO-INVIERNO | | | | |
| AVENA FORRAJERA EN VERDE | 6 695 | 3 | 29 525 | 19 766 |
| CEBADA GRANO | -788 | 5 | 45 173 | -4 189 |
| EBO (JANAMARGO O VEZA) | 13 905 | 25 | 117 139 | 354 080 |
| GARBANZO GRANO | 204 | 46 | 194 685 | 9 456 |
| TRIGO GRANO | 1 325 | 2 | 26 690 | 3 130 |
| PRIMAVERA-VERANO | | | | |
| MAÍZ GRANO | 5 855 | 896 | 2 598 609 | 5 246 550 |
| SORGO GRANO | 4 222 | 133 | 358 724 | 560 898 |
| PERENNES | | | | |
| ALFALFA VERDE | 27 401 | 24 | 453 498 | 647 194 |
| TOTAL | | 1 135 | 3 824 043 | 6 836 886 |
| MÓDULO III | | | | |
| CULTIVO | RENTABILIDAD (\$/ha) | SUPERFICIE SEMBRADA MÓDULO III (ha) | CONSUMO DE AGUA (m³) | VALOR DE LA PRODUCCIÓN SIT ACTUAL (\$) |
| OTOÑO-INVIERNO | | | | |
| AVENA FORRAJERA EN VERDE | 7 119 | 424 | 4 236 654 | 3 016 159 |
| CEBADA GRANO | 380 | 220 | 1 873 518 | 83 679 |
| EBO (JANAMARGO O VEZA) | 13 905 | 68 | 312 968 | 946 021 |
| GARBANZO GRANO | 204 | 40 | 166 818 | 8 102 |
| TRIGO GRANO | 2 117 | 929 | 10 497 413 | 1 966 953 |
| PRIMAVERA-VERANO | | | | |
| MAÍZ GRANO | 5 942 | 4 430 | 12 847 996 | 26 323 905 |
| SORGO GRANO | 4 430 | 2 261 | 6 103 429 | 10 015 213 |
| PERENNES | | | | |
| ALFALFA VERDE | 26 768 | 441 | 8 473 308 | 11 813 246 |
| TOTAL | | 8 813 | 44 512 104 | 54 173 278 |
| MÓDULO IV | | | | |
| CULTIVO | RENTABILIDAD (\$/ha) | SUPERFICIE SEMBRADA MÓDULO IV (ha) | CONSUMO DE AGUA (m³) | VALOR DE LA PRODUCCIÓN SIT ACTUAL (\$) |
| OTOÑO-INVIERNO | | | | |
| AVENA FORRAJERA EN VERDE | 6 695 | 3 | 27 395 | 18 340 |
| CEBADA GRANO | -788 | 38 | 320 181 | -29 689 |
| EBO (JANAMARGO O VEZA) | 13 905 | 14 | 64 978 | 196 411 |
| GARBANZO GRANO | 204 | 28 | 115 779 | 5 623 |
| TRIGO GRANO | 1 608 | 370 | 4 179 127 | 594 581 |
| PRIMAVERA-VERANO | | | | |
| MAÍZ GRANO | 5 635 | 2 470 | 7 164 031 | 13 921 266 |
| SORGO GRANO | 4 222 | 715 | 1 930 535 | 3 018 569 |
| PERENNES | | | | |
| ALFALFA VERDE | 33 726 | 14 | 262 993 | 461 963 |
| TOTAL | | 3 651 | 14 065 018 | 18 187 065 |

Fuente: Estimación propia con datos del Anuario Estadístico de la Producción Agrícola SAGARPA y datos del Distrito de Riego O20.

En el cuadro anterior se muestra que el valor social de la producción eliminando los subsidios para la situación actual de los tres módulos, la cual asciende a 79.20 millones de pesos al año, en las 13 599 hectáreas correspondientes a los módulos II, III y IV.

b. Situación sin proyecto optimizada de riego agrícola

Para el presente análisis se estimó conveniente que la situación actual se optimizara para al menos mejorar el valor de la producción considerando tres factores:

- La superficie históricamente sembrada de cada cultivo en la zona,
- El volumen demandado de agua por esos cultivos, y
- La rentabilidad de cada uno de los cultivos.

Con las tres variables antes mencionadas, se realizó la maximización del valor de la producción para los ciclos primavera-verano y otoño-invierno de cada uno de los tres módulos conforme a los pasos que se presentan a continuación.

- Se utilizó la información estadística disponible de SAGARPA de los municipios relevantes al proyecto del periodo 2001-2004, y a cada uno de ellos se le relacionó con el módulo con mayor representatividad en cuanto a superficie, quedando de la siguiente manera.
- Una vez relacionados los módulos, se estimó la superficie máxima sembrada de cada uno de los cultivos cíclicos durante el periodo 2001-2004 y que es posible regar con aguas residuales. Datos que se muestran en la siguiente tabla.

Tabla J.3 Superficie sembrada

| Módulo II | | | | | |
|----------------------------------|------|-------|-------|-------|-----------|
| Cultivos Otoño-Invierno | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | Sup. Máx. |
| Avena forrajera en verde | | 5 | 5 | 5 | 5 |
| Cebada grano | | | 9 | | 9 |
| Ebo (janamargo o veza) | 95 | 25.5 | 26 | 26 | 95 |
| Garbanzo grano | 110 | 68 | 68 | 68 | 110 |
| Trigo grano | | | 4 | 4 | 4 |
| Cultivos Primavera-Verano | | | | | |
| Maíz grano | 600 | 1 800 | 1 835 | 1 835 | 1 835 |
| Sorgo grano | 300 | 300 | 100 | 200 | 300 |
| Módulo III | | | | | |
| Cultivos Otoño-Invierno | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | Sup. Máx. |
| Avena forrajera en verde | 768 | 320 | 320 | 320 | 768 |
| Cebada grano | 179 | 128 | 464 | 128 | 464 |
| Ebo (janamargo o veza) | 140 | 46 | 46 | 46 | 140 |

| Garbanzo grano | 30 | 44 | 44 | 44 | 44 |
|----------------------------------|-------|-------|-------|-------|-----------|
| Trigo grano | 1 227 | 1 000 | 562 | 1 000 | 1 227 |
| Cultivos Primavera-Verano | | | | | |
| Maíz grano | 3 000 | 5 000 | 5 035 | 5 035 | 5 035 |
| Sorgo grano | 3 500 | 1 900 | 1 948 | 1 872 | 3 500 |
| Módulo IV | | | | | |
| Cultivos Otoño-Invierno | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | Sup. Máx. |
| Avena forrajera en verde | | 4 | 4 | 4 | 4 |
| Cebada grano | | | 55 | | 55 |
| Ebo (janamargo o veza) | 20 | 20.5 | 21 | 21 | 21 |
| Garbanzo grano | 20 | 47 | 47 | 47 | 47 |
| Trigo grano | | 518 | 584 | 518 | 584 |
| Cultivos Primavera-Verano | | | | | |
| Maíz grano | 1 500 | 4 286 | 4 321 | 4 321 | 4 321 |
| Sorgo grano | 1 600 | 938 | 819 | 819 | 1 600 |

Fuente: Estimación propia con datos del Anuario Estadístico de la Producción Agrícola SAGARPA

- Se estimaron los volúmenes de agua requeridos para los cultivos que pueden regarse con las aguas residuales, dicha estimación se estimó con las láminas de riego por tipo de cultivo proporcionadas por el Distrito de Riego O20, con este dato y la superficie promedio sembrada se estimó el máximo volumen de agua requerida para cada uno de los municipios.

Tabla J.4 Volumen de agua requerido

| Módulo II | | |
|----------------------------------|-----------------|--------------------------------|
| Cultivos Otoño-Invierno | Superficie (ha) | Vol. de Agua (m ³) |
| Avena forrajera en verde | 5 | 50 000 |
| Cebada grano | 9 | 76 500 |
| Ebo (janamargo o veza) | 43 | 198 375 |
| Garbanzo grano | 79 | 329 700 |
| Trigo grano | 4 | 45 200 |
| Cultivos primavera-verano | | |
| Maíz grano | 1 518 | 4 400 750 |
| Sorgo grano | 225 | 607 500 |
| Módulo III | | |
| Cultivos Otoño-Invierno | Superficie (ha) | Vol. de Agua (m ³) |
| Avena forrajera en verde | 432 | 4 320 000 |
| Cebada grano | 225 | 1 910 375 |
| Ebo (janamargo o veza) | 69 | 319 125 |
| Garbanzo grano | 41 | 170 100 |
| Trigo grano | 947 | 10 703 925 |
| Cultivos primavera-verano | | |
| Maíz grano | 4 518 | 13 100 750 |
| Sorgo grano | 2 305 | 6 223 500 |

| Módulo IV | | |
|---------------------------|-----------------|--------------------------------|
| Cultivos Otoño-Invierno | Superficie (ha) | Vol. de Agua (m ³) |
| Avena forrajera en verde | 4 | 40000 |
| Cebada grano | 55 | 467 500 |
| Ebo (janamargo o veza) | 21 | 94 875 |
| Garbanzo grano | 40 | 169 050 |
| Trigo grano | 540 | 6 102 000 |
| Cultivos Primavera-Verano | | |
| Maíz grano | 3 607 | 10 460 300 |
| Sorgo grano | 1 044 | 2 818 800 |

Fuente: Estimación propia con datos del Anuario Estadístico de la Producción Agrícola SAGARPA.



- iv. Una vez estimados los datos anteriores se procedió con la estimación de la rentabilidad de cada uno de los cultivos sembrados, esta rentabilidad se calculó con la diferencia entre el valor de la producción y el costo de producción por hectárea, considerando su rendimiento respectivo, a continuación se presenta la rentabilidad por tipo de cultivo y por municipio.

Tabla J.5 Rentabilidad por hectárea

| Módulo II | | | | | |
|---------------------------|----------------------|-------------|---------------------------|------------------------|----------------------|
| Cultivos Otoño-Invierno | Rendimiento (Ton/ha) | PMR (\$/ha) | Valor de la Prod. (\$/ha) | Costo de Prod. (\$/ha) | Rentabilidad (\$/ha) |
| Avena forrajera en verde | 9 | 1 097 | 9 509 | 2 814 | 6 695 |
| Cebada grano | 3 | 1 825 | 5 474 | 6 262 | -788 |
| Ebo (janamargo o veza) | 13 | 1 394 | 18 117 | 4 212 | 13 905 |
| Garbanzo grano | 1 | 5 899 | 5 899 | 5 695 | 204 |
| Trigo grano | 5 | 1 786 | 8 842 | 7 517 | 1 325 |
| Cultivos Primavera-Verano | | | | | |
| Maíz grano | 7 | 1 734 | 12 135 | 6 280 | 5 855 |
| Sorgo grano | 7 | 1 470 | 10 659 | 6 437 | 4 222 |
| Módulo III | | | | | |
| Cultivos Otoño-Invierno | Rendimiento (Ton/ha) | PMR (\$/ha) | Valor de la Prod. (\$/ha) | Costo de Prod. (\$/ha) | Rentabilidad (\$/ha) |
| Avena forrajera en verde | 9 | 1 135 | 9 934 | 2 814 | 7 119 |
| Cebada grano | 4 | 1 660 | 6 642 | 6 262 | 380 |
| Ebo (janamargo o veza) | 13 | 1 394 | 18 117 | 4 212 | 13 905 |
| Garbanzo grano | 1 | 5 899 | 5 899 | 5 695 | 204 |
| Trigo grano | 6 | 1 752 | 9 635 | 7 517 | 2 117 |
| Cultivos Primavera-Verano | | | | | |
| Maíz grano | 7 | 1 734 | 12 221 | 6 280 | 5 942 |
| Sorgo grano | 7 | 1 470 | 10 868 | 6 437 | 4 430 |
| Módulo IV | | | | | |
| Cultivos Otoño-Invierno | Rendimiento (Ton/ha) | PMR (\$/ha) | Valor de la Prod. (\$/ha) | Costo de Prod. (\$/ha) | Rentabilidad (\$/ha) |
| Avena forrajera en verde | 35 | 9 | 1 097 | 2 814 | 6 695 |
| Cebada grano | 165 | 3 | 1 825 | 6 262 | -788 |
| Ebo (janamargo o veza) | 268 | 13 | 1 394 | 4 212 | 13 905 |
| Garbanzo grano | 40 | 1 | 5 899 | 5 695 | 204 |
| Trigo grano | 2 895 | 5 | 1 711 | 7 517 | 1 608 |
| Cultivos Primavera-Verano | | | | | |
| Maíz grano | 7 | 1 734 | 11 915 | 6 280 | 5 635 |
| Sorgo grano | 7 | 1 470 | 10 659 | 6 437 | 4 222 |

Fuente: Estimación propia con datos del Anuario Estadístico de la Producción Agrícola SAGARPA

Como se observa en la tabla anterior, la cebada es un cultivo que en cierto momento pudiera ser no rentable, esto es debido a un muy bajo rendimiento en alguno de los municipios, por otra parte.

- v. El siguiente paso fue tomar cada una de las variables mencionadas y hacer una maximización de forma lineal de los cultivos que mejorarían el excedente económico de los agricultores, en la zona, para la situación sin proyecto. Esta maximización se realizó de la siguiente forma:

Tabla J.6 Maximización de la rentabilidad situación actual

| CULTIVO | SUPERFICIE SEMBRADA (ha) | CONSUMO DE AGUA (m ³ /ha) | RENTABILIDAD (ha) | VALOR PRODUCCIÓN (\$) |
|---------------|------------------------------|--|------------------------|--------------------------------|
| Cultivo 1 | X ₁ | C ₁ | R ₁ | X ₁ *R ₁ |
| Cultivo 2 | X ₂ | C ₂ | R ₂ | X ₂ *R ₂ |
| Cultivo n | X _n | C _n | R _n | X _n *R _n |
| TOTAL | | | | |
| RESTRICCIONES | Máx histórico X ₁ | $\sum_{i=1}^n X_i$ | $\sum_{i=1}^n X_i C_i$ | $\sum_{i=1}^n X_i R_i$ |
| | Máx histórico X ₂ | | | |
| | Máx histórico X _n | | | |
| | Superficie máxima sembrada | Volumen de agua máximo utilizado con estructura promedio | | |

Para este caso se utilizó una herramienta de optimización que maximiza el rendimiento neto del productor bajo ciertas restricciones de entrada, como valores históricos máximos y mínimos y volúmenes de agua. El resultado de lo mencionado en los puntos anteriores es una situación actual optimizada, de la estructura de cultivos sembrados en la zona, en otras palabras es la situación que de ahora en adelante se denominará situación sin proyecto en lo que respecta al riesgo agrícola de la zona de influencia del proyecto.



Tabla J.7 Valor de la producción situación actual

| MODULO II | | | | |
|------------------------|----------------------|------------------------------------|-----------------------------------|--|
| CULTIVO | RENTABILIDAD (\$/ha) | SUPERFICIE SEMBRADA MÓDULO IV (ha) | CONSUMO DE AGUA (m ³) | VALOR DE LA PRODUCCIÓN S/PROYECTO (\$) |
| Otoño-Invierno | | | | |
| Avena forrajera | 6 695 | 3 | 29 525 | 19 766 |
| Cebada grano | -788 | 0 | 0 | 0 |
| Ebo (janamargo o veza) | 13 905 | 56 | 258 045 | 780 003 |
| Garbanzo grano | 204 | 21 | 88 352 | 4 291 |
| Trigo grano | 1 325 | 2 | 26 690 | 3 130 |
| Primavera-Verano | | | | |
| Maíz grano | 5 855 | 1 020 | 2 957 333 | 5 970 808 |
| Sorgo grano | 4 222 | 0 | 0 | 0 |
| Perennes | | | | |
| Alfalfa verde | 27 401 | 24 | 453 498 | 647 194 |
| TOTAL | | 1 126 | 3 813 444 | 7 425 193 |
| MODULO III | | | | |
| CULTIVO | RENTABILIDAD (\$/ha) | SUPERFICIE SEMBRADA MÓDULO IV (ha) | CONSUMO DE AGUA (m ³) | VALOR DE LA PRODUCCIÓN S/PROYECTO (\$) |
| Otoño-Invierno | | | | |
| Avena forrajera | 7 119 | 753 | 7 531 829 | 5 362 060 |
| Cebada grano | 380 | 0 | 0 | 0 |
| Ebo (janamargo o veza) | 13 905 | 137 | 631 575 | 1 909 087 |
| Garbanzo grano | 204 | 0 | 0 | 0 |
| Trigo grano | 2 117 | 790 | 8 923 967 | 1 672 128 |
| Primavera-Verano | | | | |
| Maíz grano | 5 942 | 4 938 | 14 319 792 | 29 339 427 |
| Sorgo grano | 4 430 | 1 715 | 4 631 634 | 7 600 120 |
| Perennes | | | | |
| Alfalfa verde | 26 768 | 441 | 8 473 308 | 11 813 246 |
| TOTAL | | 8 775 | 44 512 104 | 57 696 069 |
| MODULO IV | | | | |
| CULTIVO | RENTABILIDAD (\$/ha) | SUPERFICIE SEMBRADA MÓDULO IV (ha) | CONSUMO DE AGUA (m ³) | VALOR DE LA PRODUCCIÓN S/PROYECTO (\$) |
| Otoño-Invierno | | | | |
| Avena forrajera | 6 695 | 3 | 27 395 | 18 340 |
| Cebada grano | -788 | 0 | 0 | 0 |
| Ebo (janamargo o veza) | 13 905 | 14 | 66 159 | 199 982 |

| | | | | |
|------------------|--------|-------|------------|------------|
| Garbanzo grano | 204 | 22 | 94 256 | 4 578 |
| Trigo grano | 1 608 | 400 | 4 519 648 | 643 028 |
| Primavera-Verano | | | | |
| Maíz grano | 5 635 | 2 959 | 8 582 140 | 16 676 959 |
| Sorgo grano | 4 222 | 190 | 512 426 | 801 225 |
| Perennes | | | | |
| Alfalfa verde | 33 726 | 14 | 262 993 | 461 963 |
| TOTAL | | 3 602 | 14 065 018 | 18 806 076 |

Una vez maximizado el valor de la producción, la situación sin proyecto en el sector agrícola, da como resultado \$83 927 338 como valor de la producción, es decir se obtuvo un incremento de \$4 730 108 pesos respecto de la situación actual; este monto corresponde a los tres módulos del distrito de riego.

c. Situación con proyecto para el riego agrícola

En la situación con proyecto, se puede utilizar la misma metodología para encontrar los cultivos con proyecto.

Debido a que en la actualidad no es posible sembrar cultivos como hortalizas, en la situación con proyecto se plantea que el riego no sea restringido a este tipo de cultivos, por lo que se utilizó como referencia la estructura de cultivos que se producen en los municipios influenciados por el proyecto, en la siguiente tabla se presenta la estructura de cultivos promedio por municipio de la zona de influencia del proyecto (sólo se presenta información de un municipio, pero se hizo para todas las temporadas en cada uno de ellos).



Tabla J.8 Estructura de cultivos por municipio

| MUNICIPIO | | | | |
|--------------------------|--------------------------|---------------------------|------------------|----------------------|
| Otoño-Invierno | | | | |
| CULTIVO | SUPERFICIE SEMBRADA (ha) | SUPERFICIE COSECHADA (ha) | PRODUCCIÓN (ton) | RENDIMIENTO (ton/ha) |
| Avena forrajera en verde | 432 | 432 | 3 808 | 9 |
| Calabacita | 5 | 4 | 92 | 22 |
| Cebada grano | 225 | 225 | 828 | 4 |
| Cebolla | 29 | 29 | 569 | 20 |
| Chile verde | 5 | 5 | 35 | 7 |
| Ebo (janamargo o veza) | 69 | 69 | 973 | 13 |
| Frijol | 4 | 4 | 4 | 1 |
| Garbanzo grano | 41 | 41 | 41 | 1 |
| Haba verde | 1 | 1 | 5 | 5 |
| Lechuga | 14 | 14 | 275 | 20 |
| Tomate verde | 3 | 3 | 29 | 10 |
| Trigo grano | 947 | 947 | 5 184 | 6 |
| TOTAL | 1 774 | 1 773 | | |
| Primavera-Verano | | | | |
| CULTIVO | SUPERFICIE SEMBRADA (ha) | SUPERFICIE COSECHADA (ha) | PRODUCCIÓN (ton) | RENDIMIENTO (ton/ha) |
| Calabacita | 18 | 18 | 385 | 22 |
| Chile verde | 18 | 18 | 140 | 8 |
| Frijol | 5 | 5 | 5 | 1 |
| Frijol | 2 | 2 | 2 | 1 |
| Frijol | 4 | 4 | 4 | 1 |
| Maíz grano | 4,518 | 3,876 | 27,381 | 7 |
| Sorgo grano | 2,305 | 2,167 | 16,060 | 7 |
| Tomate rojo (jitomate) | 41 | 37 | 882 | 23 |
| Tomate verde | 18 | 18 | 144 | 8 |
| TOTAL | 6,927 | 6,143 | | |
| PERENNES | | | | |
| CULTIVO | SUPERFICIE SEMBRADA (ha) | SUPERFICIE COSECHADA (ha) | PRODUCCIÓN (ton) | RENDIMIENTO (ton/ha) |
| Agave | 5 | | | |
| Alfalfa verde | 450 | 439 | 21,510 | 49 |
| Frambuesa | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Zarzamora | 17 | 17 | 136 | 8 |
| TOTAL | 473 | 457 | | |

Con los datos presentados en el cuadro anterior, y utilizando los cultivos más representativos, se maximizó la superficie destinada al riego en la zona, sin eliminar las superficies de los cultivos forrajeros, sino que, únicamente se consideró reducir dicha superficie a la mínima presentada durante los años con los que se cuenta información (2001-2004). La maximización se realizó de manera similar a la presentada en el apartado de la situación sin proyecto, es decir se estimó la máxima rentabilidad para la estructura de cultivos propuesta, sin dejar de lado ciertas restricciones como lo son la superficie históricamente sembrada y los volúmenes de agua que se requieren para estos cultivos, en los siguientes párrafos, se presenta la forma en que se estimaron las superficies de los cultivos propuestos en la situación con proyecto.

Los principales factores considerados para estimar la superficie de cada uno de los cultivos que se proponen son:

- La superficie históricamente sembrada de cada cultivo en la zona,
- El volumen demandado de agua por esos cultivos, y
- La rentabilidad de cada uno de los cultivos.

Con las tres variables antes mencionadas, se realizó la maximización del valor de la producción para los ciclos primavera-verano y otoño-invierno de cada uno de los tres módulos conforme a los pasos que se presentan a continuación.

1. Se utilizó la información estadística disponible de SAGARPA de los municipios relevantes al proyecto del periodo 2001-2004.
2. Se estimó la superficie mínima sembrada de cada uno de los cultivos cíclicos durante el periodo 2001-2004 y que será posible regar con aguas residuales tratadas. Datos que se muestran en el cuadro 4.4. EL motivo por el cual se estimó el mínimo fue debido a que la estructura propuesta contemple que se sigan sembrando la mayoría de los cultivos de la zona, pero también se mejore el valor de la producción con cultivos de mayor rentabilidad.

Tabla J.9 Superficie sembrada

| Cultivos | Municipio | | | | |
|-------------------------|-----------|------|------|------|-----------|
| | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | Sup. Mín. |
| Cultivos otoño-invierno | | | | | |
| Avena forrajera seca | | 5 | 5 | 5 | 5 |
| Brócoli | | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Calabacita | | 16 | 16 | 16 | 16 |
| Cebada grano | | | 9 | | 9 |

| Municipio | | | | | |
|---------------------------|-----|------|------|------|-----|
| Cebolla | | 2 | 2 | 2 | 2 |
| Ebo (janamargo o veza) | 95 | 25.5 | 26 | 26 | 26 |
| Garbanzo grano | 110 | 68 | 68 | 68 | 68 |
| Tomate verde | | 20 | 20 | 20 | 20 |
| Trigo grano | | | 4 | 4 | 4 |
| Zanahoria | 10 | 31 | 31 | 31 | 10 |
| Cultivos primavera-verano | | | | | |
| Calabacita | 10 | 80 | 40 | 40 | 10 |
| Maíz grano | 600 | 1800 | 1835 | 1835 | 600 |
| Sorgo grano | 300 | 300 | 100 | 200 | 100 |
| Tomate verde | | 18 | 18 | 18 | 18 |
| Zanahoria | 230 | 230 | 230 | 230 | 230 |

3. Se estimaron los volúmenes de agua requeridos para los cultivos que pueden regarse con las aguas residuales tratadas, dicha estimación se estimó con las láminas de riego por tipo de cultivo, con este dato y la superficie promedio sembrada se estimó el máximo volumen de agua requerida para cada una de las zonas.

Tabla J.10 Volumen de agua requerido

| Municipio | | |
|---------------------------|-----------------|--------------------------------|
| Cultivos otoño-invierno | Superficie (ha) | Vol. de Agua (m ³) |
| Avena forrajera seca | 5 | 50,000 |
| Brócoli | 1 | 3,300 |
| Calabacita | 16 | 52,800 |
| Cebada grano | 9 | 76,500 |
| Cebolla | 2 | 6,600 |
| Ebo (janamargo o veza) | 43 | 198,375 |
| Garbanzo grano | 79 | 329,700 |
| Tomate verde | 20 | 66,000 |
| Trigo grano | 4 | 45,200 |
| Zanahoria | 26 | 84,975 |
| Cultivos primavera-verano | | |
| Calabacita | 43 | 157,250 |
| Maíz grano | 1,518 | 4,400,750 |
| Sorgo grano | 225 | 607,500 |
| Tomate verde | 18 | 66,600 |
| Zanahoria | 230 | 851,000 |

4. Una vez estimados los datos anteriores se procedió con la estimación de la rentabilidad de cada uno de los cultivos sembrados; la rentabilidad se calculó con la diferencia entre el valor de la producción y el costo de producción por hectárea, considerando su rendimiento respectivo.

Tabla J.11 Rentabilidad por hectárea

| MUNICIPIO | | | | | |
|---------------------------|----------------------|-------------|---------------------------|------------------------|----------------------|
| Cultivos otoño-invierno | RENDIMIENTO (Ton/Ha) | PMR (\$/ha) | VALOR DE LA PROD. (\$/ha) | COSTO DE PROD. (\$/ha) | RENTABILIDAD (\$/ha) |
| Avena forrajera seca | 9 | 1 097 | 9 509 | 2 814 | 6 695 |
| Brócoli | 20 | 2 627 | 51 659 | 23 083 | 28 576 |
| Calabacita | 22 | 3 130 | 67 806 | 10 685 | 57 121 |
| Cebada grano | 3 | 1 825 | 5 474 | 6 262 | -788 |
| Cebolla | 20 | 1 880 | 36 973 | 14 949 | 22 024 |
| Ebo (janamargo o veza) | 13 | 1 394 | 18 117 | 4 212 | 13 905 |
| Garbanzo grano | 1 | 5 899 | 5 899 | 5 695 | 204 |
| Tomate verde | 10 | 5 935 | 57 370 | 14 351 | 43 018 |
| Trigo grano | 5 | 1 768 | 8 842 | 7 517 | 1 325 |
| Zanahoria | 33 | 2 114 | 69 245 | 21 501 | 47 745 |
| Cultivos primavera-verano | | | | | |
| Calabacita | 22 | 2 838 | 62 440 | 10 685 | 51 754 |
| Maíz grano | 7 | 1 734 | 12 135 | 6 280 | 5 855 |
| Sorgo grano | 7 | 1 470 | 10 659 | 6 437 | 4 222 |
| Tomate verde | 8 | 4 775 | 38 203 | 14 351 | 23 851 |
| Zanahoria | 31 | 2 694 | 83 517 | 21 501 | 62 016 |

Como se observa en el cuadro anterior, la cebada es un cultivo que en cierto momento pudiera ser no rentable, esto es debido a un muy bajo rendimiento en alguno de los municipios.

- El siguiente paso fue tomar cada una de las variables mencionadas y hacer una maximización de forma lineal de los cultivos que mejorarían el excedente económico de los agricultores, en la zona, para la situación con proyecto. Esta maximización se realizó de la siguiente forma:

Tabla J.12 Maximización de la rentabilidad situación con proyecto

| CULTIVO | SUPERFICIE SEMBRADA (Ha) | CONSUMO DE AGUA (m ³ /Ha) | RENTABILIDAD (Ha) | VALOR PRODUCCIÓN (\$) |
|---------------|---------------------------------|--|------------------------|--------------------------------|
| Cultivo 1 | X ₁ | C ₁ | R ₁ | X ₁ *R ₁ |
| Cultivo 2 | X ₂ | C ₂ | R ₂ | X ₂ *R ₂ |
| Cultivo n | X _n | C _n | R _n | X _n *R _n |
| TOTAL | | | | |
| RESTRICCIONES | X ₁ >= Mín histórico | $\sum_{i=1}^n X_i$ | $\sum_{i=1}^n X_i C_i$ | $\sum_{i=1}^n X_i R_i$ |
| | X ₂ >= Mín histórico | | | |
| | X _n >= Mín histórico | | | |
| | Superficie máxima sembrada | Volumen de agua máximo utilizado con estructura promedio | | |



El resultado de lo mencionado en los puntos anteriores es una situación con proyecto, de la estructura de cultivos sembrados en la zona, considerando aquellos cultivos que los productores de la zona estarían dispuestos a sembrar,

por tener una mayor rentabilidad, además de ser cultivos con los están familiarizados. En la tabla H.13 se presentan los resultados de esta reestructuración de cultivos para cada uno de los municipios.

Tabla J.13 Valor de la producción situación con proyecto

| MÓDULO II | | | | |
|-------------------------|-----------------------------|---|-----------------------------|--|
| CULTIVO | RENTABILIDAD (\$/ha) | SUPERFICIE SEMBRADA MÓDULO II (ha) | CONSUMO DE AGUA (m³) | VALOR DE LA PRODUCCIÓN C/PROYECTO(\$) |
| Otoño-invierno | | | | |
| Avena forrajera seca | 6 695 | 2 | 24 919 | 16 683 |
| Brócoli | 28 589 | 0 | 1 645 | 14 248 |
| Calabacita | 57 134 | 30 | 97 651 | 1 690 662 |
| Cebada grano | -788 | 4 | 38 126 | -3 535 |
| Cebolla | 22 037 | 1 | 3 289 | 21 966 |
| Ebo (janamargo o veza) | 13 905 | 13 | 59 606 | 180 174 |
| Garbanzo grano | 204 | 34 | 142 338 | 6 913 |
| Tomate verde | 43 031 | 10 | 32 893 | 428 921 |
| Trigo grano | 1 325 | 2 | 22 527 | 2 642 |
| Zanahoria | 47 758 | 5 | 16 447 | 238 015 |
| Primavera-verano | | | | |
| Calabacita | 51 767 | 5 | 18 440 | 257 999 |
| Maíz grano | 5 855 | 299 | 867 183 | 1 750 828 |
| Sorgo grano | 4 222 | 50 | 134 563 | 210 401 |
| Tomate verde | 23 864 | 9 | 33 192 | 214 084 |
| Zanahoria | 62 029 | 535 | 1 978 323 | 33 165 942 |
| Perennes | | | | |
| Alfalfa verde | 27 401 | 24 | 453 498 | 647 194 |
| TOTAL | | 1 023 | 3 924 639 | 38 843 138 |
| MÓDULO III | | | | |
| CULTIVO | RENTABILIDAD (\$/ha) | SUPERFICIE SEMBRADA MÓDULO II (ha) | CONSUMO DE AGUA (m³) | VALOR DE LA PRODUCCIÓN C/PROYECTO(\$) |
| Otoño-invierno | | | | |
| Avena forrajera | 7 119 | 309 | 3 086 823 | 2 197 571 |
| Calabacita | 99 550 | 616 | 2 031 334 | 61 278 516 |
| Cebada grano | 380 | 123 | 1 049 520 | 46 876 |
| Cebolla | 37 588 | 24 | 79 582 | 906 470 |
| Chile verde | 15 261 | 5 | 15 916 | 73 606 |
| Ebo (janamargo o veza) | 13 905 | 44 | 204 116 | 616 990 |
| Frijol | 3 011 | 2 | 13 312 | 5 808 |
| Garbanzo grano | 204 | 29 | 121 544 | 5 903 |
| Tomate verde | 36 544 | 3 | 9 550 | 105 753 |
| Trigo grano | 2 117 | 542 | 6 125 993 | 1 147 858 |
| Primavera-verano | | | | |
| Calabacita | 51 767 | 10 | 35 691 | 499 366 |
| Chile verde | 32 456 | 10 | 35 691 | 313 077 |
| Frijol | 8 828 | 4 | 26 624 | 34 064 |
| Frijol | 4 185 | 2 | 13 312 | 8 075 |

| | | | | |
|------------------------|--------|-------|------------|-------------|
| Frijol | 4 185 | 4 | 26 624 | 16 150 |
| Maíz grano | 5 942 | 2894 | 8 392 300 | 17 194 752 |
| Sorgo grano | 4 430 | 1806 | 4 875 637 | 8 000 509 |
| Tomate rojo (jitomate) | 69 743 | 1513 | 5 597 471 | 105 509 344 |
| Tomate verde | 25 559 | 12 | 42 830 | 295 859 |
| Perennes | | | | |
| Alfalfa verde | 26 768 | 441 | 8 473 308 | 11 813 246 |
| TOTAL | | 8 391 | 40 257 178 | 210 069 794 |

MÓDULO IV

| CULTIVO | RENTABILIDAD (\$/ha) | SUPERFICIE SEMBRADA MÓDULO II (ha) | CONSUMO DE AGUA (m ³) | VALOR DE LA PRODUCCIÓN C/PROYECTO(\$) |
|--------------------------|----------------------|------------------------------------|-----------------------------------|---------------------------------------|
| Otoño-invierno | | | | |
| Avena forrajera en verde | 6 695 | 3 | 27 337 | 18 302 |
| Cebada grano | -788 | 0 | 0 | 0 |
| Ebo (janamargo o veza) | 13 905 | 14 | 66 020 | 199 561 |
| Garbanzo grano | 204 | 22 | 94 058 | 4 568 |
| Trigo grano | 1 608 | 399 | 4 510 130 | 641 674 |
| Primavera-verano | | | | |
| Chile verde | 32 456 | 1 249 | 4 619 634 | 40 522 434 |
| Maíz grano | 5 635 | 1 025 | 2 972 946 | 5 777 079 |
| Sorgo grano | 4 222 | 560 | 1 511 282 | 2 363 029 |
| Perennes | | | | |
| Alfalfa verde | 33 726 | 14 | 262 993 | 461 963 |
| TOTAL | | 3 286 | 14 064 400 | 49 988 610 |

Una vez reestructurado los cultivos para la situación con proyecto, el valor de la producción, en el sector agrícola, da como resultado \$298 901 542, es decir existe un incremento de \$214 974 204 pesos respecto de la situación sin proyecto; este monto corresponde a los tres módulos del distrito de riego. Sin embargo este incremento en el excedente económico no se presentaría de inmediato, por lo que se propone una tasa de incorporación del 10% anual, además de que estos beneficios no se podrán capitalizar hasta después de iniciar la operación de la PTAR.

b) Optimización con datos actuales

Este tipo de optimización se sugiere para los casos en que el número de cultivos e información histórica no permita realizar un análisis como en el ejemplo anterior. En este caso se procede a una situación similar a la planteada en la de riego por temporal. Habrá que hacer un análisis de los cultivos actuales y disminuir los menos rentables.

En este caso se sugiere utilizar una tasa de incorporación similar a la que se utiliza en la situación con proyecto, ya que un cambio en los patrones de cultivo no puede darse en forma instantánea en ninguno de los dos casos.

El procedimiento será similar al ejemplo presentado en el riego de temporal, siempre se debe de buscar la congruencia entre las tasas de incorporación en las situaciones optimizadas y con proyecto.

J.1.3 Ponderación de cultivos con y sin proyecto

Una forma de evaluar la diferencia de las situaciones con y sin proyecto, especialmente ante la incertidumbre de cómo manejar las hectáreas con proyecto que tendrán un cambio de cultivo, se encuentra la ponderación de cada una de los escenarios y obtener el diferencial, lo cual se observa en el siguiente ejemplo.

a) Aprovechamiento de las aguas tratadas en cultivos de mayor rentabilidad en Parral, Chih.⁶⁴

En Parral, las aguas residuales son aprovechadas en su totalidad para riego de cultivos de forraje. Con el saneamiento de las aguas, los agricultores estarían en posibilidad de acceder a cultivos de mayor rentabilidad.

⁶⁴ UANL, Evaluación Socioeconómica para del Proyecto para la Construcción de una Planta Tratadora de Agua Residual en el Municipio de Hidalgo del Parral, Chihuahua", 2007.

Para determinar los beneficios por este rubro, se realizó una visita de campo para conocer las superficies aprovechadas por las aguas negras, los métodos utilizados para el riego y los productos que actualmente se cosechan, siendo el maíz forrajero el de mayor participación, siguiéndole la avena y el sorgo.

En la actualidad el caudal de las aguas negras son aprovechadas aguas abajo en las localidades de Maclovio Herrera y Zapateros, para el riego de cerca de 100 hectáreas por cada poblado, resultando en un estimado de 200 hectáreas las tierras que pueden ser beneficiadas.

La información de producción estimada de acuerdo a los diferentes ciclos, rendimientos, precio de venta (PMR), rentabilidad y costos de producción de los productos agrícolas de la zona, se estimaron y actualizaron a partir de la información publicada por la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA)⁶⁵.

Para determinar la viabilidad de cambios de cultivo, se realizó un sondeo entre los agricultores de la zona, y se elaboró una matriz comparativa de las diferentes rentabilidades de los productos agrícolas con viabilidad para cosecharse en la zona.

Como resultado de la comparación de rendimientos por cultivo, se elaboró una matriz donde se consideró la rentabilidad promedio por cultivos factibles vs los cultivos actuales (alfalfa, avena y maíz forrajero).

Tabla J.14 Comparativo de rentabilidades por hectárea

| Cultivo Posible | Cultivo Actual | | |
|-----------------|-----------------------|---------------------|------------------------|
| | Alfalfa verde (\$/ha) | Avena grano (\$/ha) | Maíz forrajero (\$/ha) |
| Chile seco | 578 756.28 | 579 319.32 | 581 865.25 |
| Melón | 130 198.94 | 130 761.97 | 133 307.90 |
| Papa | 110 462.39 | 111 025.42 | 113 571.36 |
| Durazno | 61 949.04 | 62 512.07 | 65 058.00 |
| Cebolla | 57 334.06 | 57 897.10 | 60 443.03 |
| Nuez | 41 552.28 | 42 115.31 | 44 661.25 |
| Manzana | 25 363.03 | 25 926.07 | 28 472.00 |
| Chile verde | 23 494.91 | 24 057.94 | 26 603.88 |
| Frijol | 4 632.25 | 5 195.28 | 7 741.22 |
| Alfalfa verde | 0.00 | 563.03 | 3 108.96 |
| Cacahuete | -521.47 | 41.56 | 2 587.50 |

65 Anuario Estadístico de la Producción Agrícola para el año 2005. Seguimiento de Costos de Producción Pecuaria y Agrícola, por Sistema-Producto (SISPRO-SECOPPA), año 2005 (www.siap.sagarpa.gob.mx).

| Cultivo Posible | Cultivo Actual | | |
|-----------------|-----------------------|---------------------|------------------------|
| | Alfalfa verde (\$/ha) | Avena grano (\$/ha) | Maíz forrajero (\$/ha) |
| Avena grano | -563.03 | 0.00 | 2 545.93 |
| Algodón hueso | -703.15 | -140.12 | 2 405.82 |
| Maíz forrajero | -3 108.96 | -2 545.93 | 0.00 |
| Maíz de grano | -3 475.31 | -2 912.28 | -366.35 |
| Sandía | -6 637.38 | -6 074.35 | -3 528.42 |

Descartando los cultivos no rentables, la rentabilidad por cambio en cultivo resulta de promediar la rentabilidad de cada producto factible a cambiar, a partir del cultivo que resulta de una rentabilidad mayor a cero para los tres cultivos actuales (a partir del cultivo del frijol).

De prácticas con agricultores de la zona, se conoció que los cultivos que se producían antes de la restricción de la CONAGUA por el uso de aguas negras, eran precisamente el cultivo de mayor rentabilidad, chile seco, y la cebolla. Con el análisis de rentabilidades promedio, se reduce el sesgo de utilizar sólo el cultivo de mayor rentabilidad.

Una vez obtenida la rentabilidad promedio por el cambio de cultivos más rentables por hectárea, se calcula el beneficio anual considerando sólo las 200 hectáreas que hoy en día se riegan con aguas negras. Del cálculo anterior se estima que la rentabilidad anual por cambio en cultivos, resulte en un beneficio anual cercano a los 23.2 millones.

Para la estimación de los beneficios por este rubro, no se consideró los excedentes de agua tratada para regar más hectáreas a las que hoy en día se riegan con agua negra. Asimismo se consideró una tasa de incorporación de los nuevos cultivos a partir del segundo año.

J.2 Directrices para el riego de tipos cultivos de acuerdo con la calidad del agua

Para realizar estudios de evaluación socioeconómica de saneamiento, es muy importante conocer la normatividad con respecto a las descargas y la calidad del agua residual tratada que se puede utilizar en el riego de cierto tipo de cultivos.

Para lo anterior, se obtuvo información⁶⁶ que proporciona diversas tablas con datos que deben ser considerados para el reuso de las aguas residuales tratadas, aunque

66 Estudio del IMTA para la GEDHI, "Perspectiva de aprovechamiento de las aguas residuales en la agricultura".

siempre es conveniente buscar la normatividad actual y Federal para una mejor referencia.

La tabla J.15 muestra de acuerdo al tipo de contaminante que exceda la norma del proceso de tratamiento recomendable para su remoción.

Tabla J.15 Tipo de contaminantes y su remoción de acuerdo con el proceso o sistema de tratamiento.

| Tipo de contaminantes | Proceso o sistema de tratamiento | Clasificación de los métodos de tratamiento |
|-------------------------------|---|--|
| Sólidos suspendidos | Cribado y desmenuzado Sedimentación Flotación Filtración Coagulación y sedimentación | Físicos Químicos y físicos |
| Orgánicos biodegradables | Lodos activados Filtro percolador Biodiscos Lagunas aireadas Lagunas de estabilización Filtración en arena | Biológicos Físicos y biológicos Biológicos, químicos y físicos |
| Patógenos | Cloración Ozonación | Químicos Químicos |
| Nitrógeno | Nitrificación y desnitrificación con biomasa suspendida Nitrificación y desnitrificación con biomasa fija Arrastre con amoníaco Intercambio iónico | Biológicos Biológicos Químicos y físicos Químico |
| Fósforo | Coagulación y sedimentación con sales metálicas Coagulación y sedimentación con cal Remoción bioquímica | Químicos y físicos Químicos y físicos Biológicos y químicos |
| Orgánicos refractarios | Adsorción con carbón activado Ozonación | Físicos Químicos |
| Metales pesados | Precipitación química Intercambio iónico | Químicos |
| Sólidos inorgánicos disueltos | Intercambio iónico Ósmosis inversa Electrodialísis | Químicos Físicos Químicos |

Fuente: Noyola, et al. (2000).

La tabla J.16 muestra la eficiencia en remoción de los parámetros contaminantes de acuerdo al tipo de tratamiento.

Tabla J.16 Principales ventajas y desventajas de los tipos de tratamiento para aguas residuales.

| Tratamiento | Ventajas | Desventajas |
|--------------------------|--|---|
| Primario | Remueve entre el 40 a 60% de sólidos suspendidos, entre el 50 a 90% de huevos y quistes, entre el 25 a 50% de DBO, y el 65% de los aceites y grasas. La inversión requerida es baja. | Apenas logra remover el 25% de las bacterias patógenas. No logra remover partículas coloidales y disueltas. |
| Secundario ⁶⁸ | Remueve entre el 80 a 95% de la DBO y sólidos suspendidos. | La remoción de patógenos no es satisfactoria. La inversión requerida se incrementa. |
| Terciario | Remueve hasta el 99% de la DBO y sólidos suspendidos y virus y 100% de las bacterias patógenas. | El costo de inversión es alto. Se requiere de tecnología y personal especializado para la operación y mantenimiento. |
| Tratamientos avanzados | Eliminan por completo microorganismos patógenos y remueven satisfactoriamente nitrógeno y fósforo. | El costo de inversión es alto, se requiere tecnología sofisticada, personal especializado para operación y mantenimiento. |
| Macrófitas y humedales | Remoción satisfactoria de tóxicos y patógenos. Muy útil en el tratamiento de pequeños caudales, 3-6 l/s. Bajos costos de construcción y mantenimiento y personal sin capacitación. | Se requiere de superficie de terreno amplia para la construcción de los estanques. |

67 Las lagunas de estabilización, son el sistema secundario para el tratamiento de las aguas residuales, que bien diseñadas, garantizan la remoción del 100% de los huevos de helminto y más del 99.99% de remoción de coliformes fecales.



Tabla J.17 Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEMARNAT-1996. Establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales.

| Parámetros | Ríos | | | | | | Embalses naturales y artificiales | | | | Aguas costeras | | | | | |
|---|---------------------------|---------|------------------------|---------|---------------------------------|---------|-----------------------------------|---------|------------------------|---------|---|---------|----------------|---------|---------------|---------|
| | Uso en riego agrícola (A) | | Uso público urbano (B) | | Protección de vida acuática (C) | | Uso en riego agrícola (B) | | Uso público urbano (C) | | Explotación pesquera, navegación y otros usos (A) | | Recreación (B) | | Estuarios (B) | |
| | P.M. | P.D. | P.M. | P.D. | P.M. | P.D. | P.M. | P.D. | P.M. | P.D. | P.M. | P.D. | P.M. | P.D. | P.M. | P.D. |
| (miligramos por litro, excepto cuando se especifique) | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Temperatura °C (1) | N.A | N.A | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 |
| Grasas y Aceites (2) | 15 | 25 | 15 | 25 | 15 | 25 | 15 | 25 | 15 | 25 | 15 | 25 | 15 | 25 | 15 | 25 |
| Materia Flotante (3) | ausente | ausente | ausente | ausente | ausente | ausente | ausente | ausente | ausente | ausente | ausente | ausente | ausente | ausente | ausente | ausente |
| Sólidos Sedimentables (ml/l) | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 |
| Sólidos Suspendidos Totales | 150 | 200 | 75 | 125 | 40 | 60 | 75 | 125 | 40 | 60 | 100 | 175 | 75 | 125 | 75 | 125 |
| Demanda Bioquímica de Oxígeno ⁵ | 150 | 200 | 75 | 150 | 30 | 60 | 75 | 150 | 30 | 60 | 100 | 200 | 75 | 150 | 75 | 150 |
| Nitrógeno Total | 40 | 60 | 40 | 60 | 15 | 25 | 40 | 60 | 15 | 25 | N.A. | N.A | N.A. | N.A. | 15 | 25 |
| Fósforo Total | 20 | 30 | 20 | 30 | 5 | 10 | 20 | 30 | 5 | 10 | N.A | N.A | N.A. | N.A. | 5 | 10 |

(1) Instantáneo.

(2) Muestra simple promedio ponderado.

(3) Ausente según el método de prueba definido en la NMX-AA-006.

Tabla J.18 Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEMARNAT-1996. Establece los límites máximos permisibles de contaminantes (metales pesados) en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales.

| Parámetros | Ríos | | | | | | Embalses naturales y artificiales | | | | Aguas costeras | | | | | |
|---|---------------------------|------|------------------------|------|---|------|-----------------------------------|------|------------------------|------|---|-----------------------|----------------|------|---------------|------|
| | Uso en riego agrícola (A) | | Uso público urbano (B) | | Protección de vida acuática (C) | | Uso en riego agrícola (B) | | Uso público urbano (C) | | Explotación pesquera, navegación y otros usos (A) | | Recreación (B) | | Estuarios (B) | |
| | P.M. | P.D. | P.M. | P.D. | P.M. | P.D. | P.M. | P.D. | P.M. | P.D. | P.M. | P.D. | P.M. | P.D. | P.M. | P.D. |
| (miligramos por litro, excepto cuando se especifique) | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Arsénico | 0.2 | 0.4 | 0.1 | 0.2 | 0.1 | 0.2 | 0.2 | 0.4 | 0.1 | 0.2 | 0.1 | 0.2 | 0.2 | 0.4 | 0.1 | 0.2 |
| Cadmio | 0.2 | 0.4 | 0.1 | 0.2 | 0.1 | 0.2 | 0.2 | 0.4 | 0.1 | 0.2 | 0.1 | 0.2 | 0.2 | 0.4 | 0.1 | 0.2 |
| Cianuro | 2.0 | 3.0 | 1.0 | 2.0 | 1.0 | 2.0 | 2.0 | 3.0 | 1.0 | 2.0 | 2.0 | 2.0 | 2.0 | 3.0 | 1.0 | 2.0 |
| Cobre | 4.0 | 6.0 | 4.0 | 6.0 | 4.0 | 6.0 | 4.0 | 6.0 | 4 | 6.0 | 4 | 6.0 | 4.0 | 6.0 | 4.0 | 6.0 |
| Cromo | 1 | 1.5 | 0.5 | 1.0 | 0.5 | 1.0 | 1 | 1.5 | 0.5 | 1.0 | 0.5 | 1.0 | 1 | 1.5 | 0.5 | 1.0 |
| Mercurio | 0.01 | 0.02 | 0.005 | 0.01 | 0.005 | 0.01 | 0.01 | 0.02 | 0.005 | 0.01 | 0.01 | 0.02 | 0.01 | 0.02 | 0.01 | 0.02 |
| Níquel | 2 | 4 | 2 | 4 | 2 | 4 | 2 | 4 | 2 | 4 | 2 | 4 | 2 | 4 | 2 | 4 |
| Plomo | 0.5 | 1 | 0.2 | 0.4 | 0.2 | 0.4 | 0.5 | 1 | 0.2 | 0.4 | 0.2 | 0.4 | 0.5 | 1 | 0.2 | 0.4 |
| Zinc | 10 | 20 | 10 | 20 | 10 | 20 | 10 | 20 | 10 | 20 | 10 | 20 | 10 | 20 | 10 | 20 |
| (*) Medidos de manera total. | | | | | NA = No es aplicable | | | | | | | PM = Promedio mensual | | | | |
| PD = Promedio diario | | | | | (A), (B) y (C): Tipo de cuerpo receptor según la Ley Federal de Derechos. | | | | | | | | | | | |

Tabla J.19 Norma Oficial Mexicana NOM-003-SEMARNAT-1997. Establece los límites máximos permisibles de contaminantes para las aguas residuales tratadas que se reusen en servicios al público.

| Límites máximos permisibles de contaminantes | | | | | |
|---|-------------------------------|--------------------------|-----------------------|-----------|----------|
| Tipo de reuso | Promedio mensual | | | | |
| | Coliformes fecales NMP/100 ml | Huevos de helminto (h/l) | Grasas y aceites mg/l | DBO5 mg/l | SST mg/l |
| Servicios al público con contacto directo | 240 | ≤ 1 | 15 | 20 | 20 |
| Servicios al público con contacto indirecto u ocasional | 1000 | ≤ 5 | 15 | 30 | 30 |

J.3 Aplicación de la normatividad para riego agrícola

La normatividad vigente, NOM-001-SEMARNAT-1996, define ahora las características que debe tener el riego restringido y no restringido para el uso del agua residual tratada en riego agrícola, de la siguiente manera:

- **Riego no restringido.** La utilización del agua residual destinada a la actividad de siembra, cultivo y cosecha de productos agrícolas en forma ilimitada como forrajes, granos, frutas, legumbres y verduras.
- **Riego restringido.** La utilización del agua residual destinada a la actividad de siembra, cultivo y cosecha de productos agrícolas, excepto legumbres y verduras que se consumen crudas.

Por lo que este último concepto es la diferencia entre ambos tipos de riego.

Para ambos casos, las características del agua residual tratada deben de ser las siguientes:

Tabla J.20 Calidad de la descarga para su reuso en riego

| Parámetros | Ríos | | Embalses naturales y artificiales | |
|---|---------------------------|---------|-----------------------------------|---------|
| | Uso en riego agrícola (A) | | Uso en riego agrícola (B) | |
| (miligramos por litro, excepto cuando se especifique) | P.M. | P.D. | P.M. | P.D. |
| Temperatura °C (1) | N.A | N.A | 40 | 40 |
| Grasas y Aceites (2) | 15 | 25 | 15 | 25 |
| Materia Flotante (3) | ausente | ausente | ausente | ausente |
| Sólidos Sedimentables (ml/l) | 1 | 2 | 1 | 2 |
| Sólidos Suspendidos Totales | 150 | 200 | 75 | 125 |
| Demanda Bioquímica de Oxígeno ⁵ | 150 | 200 | 75 | 150 |
| Nitrógeno Total | 40 | 60 | 40 | 60 |
| Fósforo Total | 20 | 30 | 20 | 30 |

Para determinar la contaminación por patógenos se tomará como indicador a los coliformes fecales. El límite máximo permisible para las descargas de aguas residuales vertidas a aguas y bienes nacionales, así como las descargas vertidas a suelo (uso en riego agrícola) es de 1 000 y 2 000 como número más probable (NMP) de coliformes fecales por cada 100 ml para el promedio mensual y diario, respectivamente.

Lo anterior quiere decir que si el agua residual tratada se va a vertir en un río para su posterior reuso agrícola, además del parámetro de coliformes fecales, es suficiente con calidad 150-150 mg/l, mientras que en el caso de embalses es 75-75 mg/l. Evidentemente aunque existen

estos valores, pueden existir casos con condiciones particulares de descarga que sean aún más estrictos.

La restricción para riego es ahora más crítica en cuanto a los coliformes fecales y los huevos de helminto (antes no se normaba), siendo que para determinar la contaminación por parásitos se tomará como indicador los huevos de helminto. El límite máximo permisible para las descargas vertidas a suelo (uso en riego agrícola), es de un huevo de helminto por litro para riego restringido, y de cinco huevos por litro para riego no restringido.

Lo anterior implica que si se quieren regar cultivos de verduras, además de los parámetros anteriormente vistos se tiene un límite de un huevo de helminto por litro para cultivos de verduras y legumbres que se comen crudas y de cinco huevos en los demás cultivos.

Con la información anterior, en vista de que en las zonas de riego que riegan con agua residual cruda se cultivan principalmente forrajes y cultivos de tallo largo o árboles, se puede plantear todo tipo de cultivo dependiendo el mercado y clima de la zona, tomando en cuenta los coliformes y los huevos de helminto para determinar si también se pueden incluir cultivos de vegetales que se comen crudos.

Cabe señalar que existen casos en que se tienen cultivos de exportación, los cuales por norma del país receptor requieren agua aún de mucha mejor calidad a la descrita en la norma para aceptar los cultivos, pero el excedente del productor es significativamente mayor.

Anexo K. Recomendación de períodos de retorno para la estimación del gasto máximo de diseño en las obras hidráulicas⁶⁹

K.1 Drenaje pluvial

| Tipo de obra hidráulica | Tr (AÑOS) |
|--|-----------|
| 1. Lateral libre en calles de poblados donde se tolera encharcamiento de corta duración. | 2 |
| 2. Lateral libre en calles de poblados donde no se tolera encharcamiento temporal. | 2 |
| 3. Zonas agrícolas. | 5 |
| 4. Zonas urbanas: | |
| Poblados pequeños con menos de 100 000 habitantes. | 2-5 |
| Poblados medianos entre 100 000 y 1 000 000 habitantes. | 5-10 |
| Poblados grandes con más de 1 000 000 de habitantes. | 10-25 |
| 5. Aeropuertos, estaciones de Ferrocarril y Autobuses. | 10 |
| 6. Cunetas y contracunetas en caminos y carreteras. | 5 |

K.2 Estructuras de cruce

| Tipo de obra hidráulica | Tr (AÑOS) |
|--|-----------|
| 1. Puentes carreteros en: | |
| a) Caminos locales que comunican poblados pequeños. | 25-50 |
| b) Caminos regionales que comunican poblados medianos | 50-100 |
| c) Carreteras que comunican poblados grandes (ciudades). | 500-1000 |
| 2. Puentes ferrocarrileros en: | |
| a) Vías locales aisladas (desvíos). | 50-100 |
| b) Vías secundarias regionales. | 100-500 |
| c) Vías primarias del país. | 500-1000 |
| 3. Puentes canales o tuberías de conducción de agua: | |
| a) Para riego área menor de 1,000 Ha. | 10-25 |
| b) Para riego área de 1,000 a 10,000 Ha. | 25-50 |
| c) Para riego área mayor de 10,000 Ha. | 50-100 |
| d) Abastecimiento industrial. | 50-100 |
| e) Abastecimiento de agua potable. | 100-500 |
| 4. Puentes para tuberías de petróleo y gas: | |
| a) Abastecimiento secundario local. | 25-50 |
| b) Abastecimiento regional. | 50-100 |
| c) Abastecimiento primario. | 100-500 |

K.3 Alcantarillas para paso de pequeñas corrientes

| Tipo de obra hidráulica | Tr (AÑOS) |
|--|-----------|
| 1. En caminos locales que comunican poblados pequeños. | 10-25 |
| 2. En caminos regionales que comunican poblados medianos. | 25-50 |
| 3. En caminos primarios que comunican poblados grandes (ciudades). | 50-100 |

K.4 Delimitación de zonas federales

| Tipo de obra hidráulica | Tr (AÑOS) |
|--|---|
| Corrientes libres en: | 5, 10 o mayor Con base en la capacidad del cauce natural cavado |
| a) Zonas semiáridas a húmedas. | |
| b) Zonas áridas con régimen de escurrimiento errático. | |
| c) Zonas de desbordamiento. | |
| Corrientes con obras de control: Además del tramo libre debe tenerse en cuenta el gasto regulado. | 5 o 10 en ambos, o el regulado de diseño de la obra si es superior |

K.5 Delimitación de zonas de protección en obras hidráulicas

| Cualquier tipo de obras | A juicio de la CONAGUA |
|-------------------------|------------------------|
|-------------------------|------------------------|

K.6 Encauzamiento de corrientes

| Tipo de obra hidráulica | Tr (AÑOS) |
|---|--|
| Corrientes libres en zona: | |
| a) Agrícola de pequeña extensión, menor a 1 000 Ha | 10-25 |
| b) Agrícola de extensión mediana, de 1 000 a 10 000 Ha | 25-50 |
| c) Agrícola de extensión grande, de 10 000 Ha en adelante | 50-100 |
| d) Para protección a poblaciones pequeñas | 50-100 |
| e) Para protección a poblaciones medianas | 100-500 |
| f) Para protección a poblaciones grandes | 500-1000 |
| Corrientes controladas: | Tramo libre ídem que (6.1) más el gasto regulado para ese período de retorno o gasto de diseño del control si es superior. |
| a) Existe un tramo libre | |
| b) No existe un tramo libre | Igual a el gasto de diseño del control |

K.7 Presas derivadoras

| Tipo de obra hidráulica | Tr (AÑOS) |
|---|-----------|
| a) Zona de riego pequeña (menor de 1,000 Ha). | 50-100 |
| b) Zona de riego mediana (1,000 a 10,000 Ha). | 100-500 |
| c) Zona de riego grande (más de 10,000 Ha). | 500-1000 |

68 Fuente: CONAGUA, GASIR.

K.8 Presas de obra hidráulica

| Tipo de obra hidráulica | Tr (AÑOS) |
|---|-----------|
| a) Zona de riego pequeña (menor de 1 000 Ha). | 50-100 |
| b) Zona de riego mediana (1 000 a 10 000 Ha). | 100-500 |
| c) Zona de riego grande (más de 10 000 Ha). | 500-1000 |

K.9 Obras de desvío temporal

| Tipo de obra hidráulica | Tr (AÑOS) |
|-------------------------------|---------------------------------------|
| Presas pequeñas. | 10-25 |
| Presas medianas. | 25-50 |
| Presas grandes. | 50-100 |
| Cauce de alivio en corriente. | 25-50 (o mayor, según importancia) |

K.10 Presas de almacenamiento

| Tipo de obra hidráulica | Tr (AÑOS) |
|--|---------------------|
| 1. De Jales (lodo del procesamiento de minerales en minas). | 500-1000 |
| 2. Azolve del acarreo del suelo en cuencas. | 500-1000 |
| 3. De agua para abastecimiento a poblaciones, riego, energía, etc. | Ver Tabla de diseño |



K.11 Tabla de diseño para presas de almacenamiento

| PRESA | | | PERDIDA DE VIDAS | DAÑOS MATERIALES | AVENIDA DE DISEÑO |
|---------------------------|--------------------------------|---------------|------------------|---|--|
| CATEGORÍA | ALMACENAMIENTO Mm ³ | ALTURA m | | | |
| PEQUEÑA | Menor de 1.5 | Menor de 15 | Ninguna | Menor que costo de la presa | Basada en estudios de probabilidad Tr= 500años |
| | | | Moderada | Del orden del costo de la presa. | Basada en estudios de probabilidad Tr=1000años |
| | | | Considerable | Mayor que el costo de la presa | Basada en estudios de probabilidad Tr=10000 años. |
| MEDIANA | Entre 1.5 y 60 | Entre 12 y 30 | Ninguna | Dentro de la capacidad financiera | Estudio de probabilidad Tr=1000 a 10000 años. |
| | | | Moderada | Ligeramente mayor que la capacidad financiera | Estudio de probabilidad Tr=10000 años. |
| | | | Considerable | Mayor que la capacidad financiera | Tormentas severas. Tormentas maximizadas. Transposición de tormentas: Tr>=10000 años |
| MAYOR: NO SE TOLERA FALLA | Mayor de 60 | Mayor de 18 | Considerable | Excesivos o como norma política establecida | Máxima posible con base en análisis hidrometeorológico lógicos. Análisis de maximización de tormentas locales y transposición de tormentas con Tr>=10000 años |

Anexo L. Estudio sobre el valor social del tiempo⁷⁰

El documento presenta distintos enfoques para la determinación del valor social del tiempo y, con base en esta revisión teórica, aborda los problemas empíricos. Por último determina valores de sociales del tiempo por tipo de ocupación y para los distintos estados de México.

L.1 Introducción

L.1.1 La evaluación social de proyectos y el valor social del tiempo

El cambio en el tiempo de viaje es un componente importante en el análisis costo-beneficio de los proyectos de inversión, en particular de aquellos relacionados con el transporte. Pero también el costo del tiempo puede ser un componente importante en proyectos que implican un ahorro del mismo, tales como aquellos dedicados a expandir la provisión de un servicio o mejorar los tiempos de entrega de un bien o servicio. El hecho de que los individuos estén dispuestos a pagar por evitar el tiempo que asignan a viajar manifiesta que el tiempo es un bien con valor (Boardman, 2001).

La mayoría de los estudios sobre el valor social del tiempo parten del principio de maximización de la utilidad del consumidor, donde éste se enfrenta tanto a una restricción presupuestaria como a restricciones del tiempo para viajar. La base conceptual considera un modelo donde se postula que el individuo maximiza la utilidad que él consigue consumiendo o descansando. El consumo de bienes y de ocio están restringidos por un ingreso limitado, que se obtiene dedicando tiempo a trabajar; por otra parte, el trabajo, el ocio y los viajes compiten por un tiempo disponible limitado por el número de horas en el día. El individuo puede consumir más trabajando más o puede incrementar su ocio. Sin embargo, es factible extender las posibilidades de consumo de la persona si ésta ahorra tiempo de viaje, ya sea para trabajar más y poder consumir más o para descansar más (Boardman, 2001).

Gran parte de la literatura empírica sobre el valor del tiempo se relaciona con la estimación del valor del tiempo de viaje, que se refiere al valor del tiempo que se ahorra frecuentemente en un proyecto de transporte. Sin embargo, en diversos tipos de proyectos puede aparecer no sólo el tiempo que se ahorra, sino el tiempo que se consume a

consecuencia de la realización del proyecto. En otros casos, puede tratarse de proyectos que reducen el tiempo de espera en una fila. Una consideración importante a tener en cuenta es que diversos estudios empíricos muestran que es mayor el sacrificio de bienestar a consecuencia del tiempo de espera que del tiempo de viaje (Boardman, 2001).

La literatura empírica sobre el valor del tiempo en diferentes países muestra que es necesario seguir un enfoque basado en las características particulares de la región de que se trate. Por lo tanto, no se recomienda utilizar valores predefinidos para estimar este valor para ocupantes de automóviles y de pasajeros de buses, en el caso del transporte terrestre, puesto que las características socioeconómicas y, por lo tanto, el costo de oportunidad del usuario del servicio, será totalmente distinta. En la mayoría de los casos el valor del tiempo se expresa como una proporción del salario, permitiendo de esta manera utilizar el salario de la región involucrada. Finalmente, frecuentemente es útil distinguir entre el ahorro de tiempo de viaje y el tiempo de trabajo, tiempo de ocio y tiempo de transferencia. Los estudios empíricos muestran normalmente que el valor del tiempo de trabajo se valúa más que el de ocio (Boardman, 2001).

L.1.2 La estimación del valor social del tiempo

En el enfoque tradicional, el valor de una unidad de tiempo puede aproximarse al salario por hora del mercado, siempre que éste sea competitivo. Considerando que el individuo elige entre trabajo y descanso sobre la base de los beneficios que recibe de cada unidad adicional dedicada a cada actividad, y suponiendo que el salario horario del mercado forma la base para tal comparación, es razonable utilizar éste para valorar el tiempo. En el margen, el individuo compara el retorno monetario de una unidad adicional de trabajo con el beneficio subjetivo que recibe de asignar una unidad adicional de tiempo al ocio (Nas, 1996).

Si se supone que la (des)utilidad marginal del trabajo ha sido internalizada en la determinación del salario de mercado, esta racionalización lleva a que la valoración subjetiva de una hora adicional de trabajo sea igual al salario de mercado y también a la valoración de una hora adicional asignada al ocio. De esto se deduce que el valor del tiempo ahorrado, para trabajo o para descanso, por un proyecto de inversión puede medirse por el salario de mercado. Esto último puede

69 Héctor F. Cervini Iturre, agosto 2006.

no cumplirse si existen condiciones no óptimas en el mercado laboral. En primer lugar, puede ser que el salario de mercado no sea igual al valor del producto marginal, de tal forma que será necesario utilizar un valor del salario que se aproxime a este último. Otro problema es que el individuo puede valorar el tiempo de manera diferente en distintos momentos del día de trabajo, cuando el valor asignado a cada actividad puede ser diferente (Nas, 1996).

Otro aspecto complejo se presenta cuando no es claro si el tiempo ahorrado se traduce en un incremento de la duración del proceso de producción, es decir, en un aumento del tiempo dedicado al trabajo, o en un incremento del tiempo de ocio. En la mayoría de los casos, es difícil determinar la proporción del ahorro de tiempo que se divide entre trabajo y ocio. Debido a la heterogeneidad del tiempo de trabajo y de las preferencias personales, es posible derivar algunas aproximaciones del valor del tiempo, dentro de las limitaciones señaladas más arriba. Como una aproximación gruesa, para valorar la parte del tiempo ahorrado dedicado al trabajo puede ser adecuado utilizar el salario bruto, mientras que la parte del tiempo ahorrado que se dedica al ocio valorarlo con el salario neto. Otro enfoque posible es considerar las diferencias entre los costos de viaje correspondientes a diferentes modos de transporte para un mismo destino, con el propósito de obtener una estimación del costo de oportunidad del ahorro de tiempo. En este caso, el individuo está expresando su decisión cuando elige entre modos o rutas caras y rápidas o alternativas más baratas y lentas. En estas decisiones se encuentra implícitamente el valor del tiempo; sin embargo, seguir este procedimiento normalmente es muy caro (Nas, 1996).

L.1.3 Limitaciones de la estimación del valor social del tiempo

Diversos estudios han aplicado el método de mercados análogos para obtener el precio social del tiempo ahorrado. Un mercado análogo obvio es el mercado laboral, donde la gente vende su tiempo por salario. En ausencia de imperfecciones en el mercado, el valor social de una hora adicional de trabajo es igual al valor marginal del tiempo. Para todo lo otro constante, cuando la gente puede elegir el número de horas que trabaja, y no hay desempleo, el salario también iguala el valor marginal del tiempo. En otras palabras, el valor de una hora adicional de ocio iguala el salario. Así, si un proyecto ahorra una hora a una persona que gana \$x por hora, para la persona y la sociedad, el valor del tiempo

ahorrado es \$x. Esto es relativamente sencillo, pero presenta algunos problemas (Boardman, 2001).

Primero, los salarios no incluyen las prestaciones, que son efectivamente parte del pago y que deberán incluirse en la estimación del precio social.

Segundo, este método supone que la gente no trabaja mientras está viajando o esperando por un servicio o bien. En realidad, frecuentemente la gente trabaja mientras viaja, proceso que hoy día se facilita con las computadoras portátiles y los teléfonos celulares. Si las personas efectivamente trabajan, entonces, una hora de tiempo ahorrado vale menos que el salario. Obviamente, esto no se aplica a quienes trabajan manejando (operadores de buses, etc.), para quienes el valor del ahorro de tiempo es el salario más las prestaciones (Boardman, 2001).

Tercero, debemos tomar en cuenta los impuestos. No obstante que es razonable suponer, desde el punto de vista de la sociedad, que el valor de una hora de ahorro para una persona que está trabajando es el salario bruto de impuesto más las prestaciones, puesto que este es el valor del producto marginal del trabajo, cuando el individuo decide trabajar toma en cuenta el salario después de impuestos más prestaciones, si se supone que las valora plenamente. Por lo tanto, si el tiempo ahorrado se asigna al ocio debe ser valuado conforme a esta última cantidad (Boardman, 2001).

Cuarto, las personas están dispuestas a pagar diferentes cantidades por el ahorro de una hora de viaje que por el de una hora de espera en una fila. Algunas personas disfrutan el viaje, especialmente con escenarios espectaculares. Estas personas a veces están dispuestas a pagar por el viaje mismo. En contraste, para muchas personas realmente estar en la fila o en el tráfico significa una pérdida de bienestar por la que están dispuestas a pagar para evitarlo. Así, el valor del tiempo ahorrado depende de qué está haciendo la persona. Puesto que a las personas normalmente no les disgusta viajar, el ahorro de una hora de viaje para recreación vale una fracción del salario después de impuestos más prestaciones (Boardman, 2001).

Quinto, las personas que laboran en trabajos sucios o peligrosos normalmente ganan más que las que lo hacen en trabajos limpios o seguros, aún cuando todos ellos pueden valorar igual una hora de ocio adicional. Por lo tanto, la tasa de salario debe ajustarse para tomar en cuenta los atributos de los diferentes trabajos (Boardman, 2001).

Sexto, el salario puede no ser un precio social apropiado puesto que esto supone que las horas de trabajo son flexi-

bles. Esto ignora la rigidez estructural del mercado laboral. Con una inclinación ascendente de la curva de oferta, cuantas más horas de trabajo más se valora el ocio. En la práctica, sin embargo, una persona no puede ajustar fácilmente las horas de trabajo. Por ejemplo, una persona que sufre involuntariamente de desempleo por varias semanas o trabaja horas extras más allá de lo deseado, está fuera de su curva de oferta. Otra rigidez estructural surge con el desempleo. Salarios mínimos o sindicatos fuertes pueden distorsionar el mercado laboral. Consecuentemente, cualquiera que quiera trabajar no encuentra empleo al salario vigente. Más aún, para algunas personas, como los jubilados, no existe un salario (Boardman, 2001).

Finalmente, las empresas pueden no estar pagando el valor del producto marginal por diferentes razones. Por ejemplo, las empresas con poder en el mercado pueden compartir con sus empleados partes de estas ganancias, mediante mayores salarios. Si una empresa está generando externalidades negativas (positivas), entonces los salarios podrían exceder (ser menores que) el valor social de una hora ahorrada (Boardman, 2001). Debido a la naturaleza de todos estos problemas, valorar el tiempo ahorrado con base en el salario es una primera aproximación a su valor social, pero es sin duda el procedimiento más sencillo y directo.

L.1.4 Principales aspectos encontrados en los estudios empíricos

De los estudios empíricos más difundidos resultan los siguientes puntos, que es conveniente tomar en cuenta al diseñar el procedimiento para estimar el valor social del tiempo y analizar los resultados numéricos obtenidos:

1. El valor del tiempo crece con el nivel del ingreso familiar. En ausencia de mayores evidencias, se recomienda que el valor del tiempo se exprese como proporción del ingreso familiar total (bruto de impuestos).
2. Se recomienda que los viajes de trabajo se valúen conforme al salario bruto, con todos los costos asociados. Altos niveles de desempleo justifican la utilización de costos sociales debajo del salario. El ahorro de tiempo de viaje de negocio tiene el problema de que no es sencillo dividirlo entre trabajo extra o más descanso. La recomendación es que los viajes de negocios sean tratados de la misma forma que los viajes de trabajo. El tiempo de viaje que no es de trabajo se ha valuado de forma diferente. Si el salario bruto recompensa a las personas por el descanso que sacrifican, por el esfuerzo de las tareas y por los ni-

veles especiales logrados en el trabajo, entonces el valor del tiempo de descanso difiere del valor del tiempo del trabajo en la suma de los últimos dos elementos y será, por lo tanto, menor al valor del tiempo de trabajo. Se recomienda que se use un porcentaje del ingreso familiar bruto, donde en ese valor se incluirían diversos posibles motivos del viaje de no trabajo (estudios, enfermedades, turismo y otros).

3. El valor unitario del tiempo crece con la longitud del viaje, en particular en viaje de negocio. El valor unitario es más alto cuanto mayor es la proporción del tiempo ahorrado con respecto al tiempo de viaje base.
4. Con respecto al ahorro de tiempo de viaje en exceso (caminar, esperar y transferir) debe evaluarse con un premio por encima del valor del tiempo de viaje en vehículo.
5. Se supone que el valor del tiempo es proporcional al ingreso y los cambios en el valor del tiempo se modificarán a lo largo del tiempo conforme varíen los ingresos de las personas, aunque no de manera proporcional. El valor del tiempo de no trabajo es, en términos económicos, una razón entre la utilidad marginal del tiempo respecto de la utilidad marginal del dinero, y depende de los cambios en el ingreso, cambios en las oportunidades de gasto y cambios en las oportunidades disponibles de descanso. Dada la limitada evidencia disponible, se recomienda que el valor del tiempo debe incrementarse a lo largo del tiempo en proporción al PIB per cápita, a menos que la evidencia empírica local sugiera lo contrario.
6. Los valores del tiempo varían entre regiones dentro de un país como resultado de diferencias en los salarios y los ingresos. Si estas diferencias se reflejan en la evaluación de las inversiones, para lo cual los usuarios no pagan directamente, se crea un círculo vicioso. Áreas de altos ingresos tendrán retornos altos a sus proyectos, con atracciones a la inversión y con el consiguiente incremento en los ingresos. Esto puede solucionarse usando tasas de salario nacional promedio por grandes categorías de empleo, y aplicando este ingreso nacional promedio en la valoración de ahorro de tiempo para descanso. Se recomienda que se use un valor del tiempo equivalente, especialmente donde el alivio a la pobreza o la redistribución del ingreso son los objetivos.

L.2 Estimación del valor social del tiempo para México

La estimación del valor social del tiempo para México se realizó mediante la siguiente expresión:

$$VST = \alpha_1 w_1 + \alpha_2 w_2$$

donde:

w_1 es el ingreso promedio por hora con prestaciones sociales e impuesto;

w_2 es el ingreso promedio por hora sin prestaciones sociales ni impuesto;

α_1 es la proporción del tiempo de trabajo en el ahorro de tiempo;

α_2 es la proporción del tiempo de ocio en el ahorro de tiempo.

Las variables w_1 y w_2 se estimaron a partir de la información suministrada por la Encuesta Nacional de Empleo (ENE) del cuarto trimestre del 2004, realizada por el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI)⁷⁰. El análisis de la encuesta se hizo considerando a la población ocupada de 12 años y más; dicha población excluye a las personas que no reciben ingresos y a los iniciadores de un próximo trabajo⁷¹. A su vez, las personas ocupadas se dividieron en las con y sin prestaciones. Dentro de la categoría de personas ocupadas con prestaciones, se agruparon a las personas que tienen sólo seguridad social, a las que tienen seguridad social y otras prestaciones, y a las que no tienen seguridad social pero sí otras prestaciones.

En los casos en que los entrevistados no declaran su nivel de ingreso monetario y lo hacen con referencia al salario mínimo, el ingreso por hora se basó en el tabulador de la Comisión de Salarios Mínimos correspondiente al salario mínimo del 1o de enero al 31 de diciembre de 2004. En estos casos, los entrevistados declaran obtener un ingreso menor, igual o mayor al salario mínimo mensual vigente.

El ingreso promedio por hora por tipo de ocupación, en el que un ingreso promedio total por hora es mayor en el caso de las personas con prestaciones sociales (27.70) que

sin prestaciones (19.65); asimismo, el ingreso promedio total por hora es 22.94⁷².

El ingreso promedio es w_2 por hora de las personas sin prestaciones sociales, mientras que se obtiene incrementándole un 30%⁷³ al valor del ingreso promedio por hora de las personas con prestaciones sociales.

Con dichos datos y suponiendo que la proporción del tiempo de trabajo en el ahorro de tiempo es 0.7 (α_1) y que la proporción del tiempo de ocio en el ahorro de tiempo es 0.3 (α_2), se obtiene un valor social del tiempo total (VST) de 31.10 pesos por grupo de ocupación y por entidad federativa (ver tablas L.1 y L.2).

Tabla L.1 Valor social del tiempo

| Tipo de ocupación | VST |
|---|-------|
| Profesionales | 62.21 |
| Técnicos y personal especializado | 38.41 |
| Maestros y afines | 59.57 |
| Trabajadores del arte | 57.85 |
| Funcionarios públicos y gerentes del sector privado | 84.30 |
| Administradores agropecuarios | 89.89 |
| Oficinistas | 34.10 |
| Vendedores dependientes | 23.02 |
| Vendedores ambulantes | 23.05 |
| Empleados en servicios | 22.15 |
| Trabajadores domésticos | 18.46 |
| Operadores de transporte | 28.83 |
| Protección y vigilancia | 19.76 |
| Mayoresales agropecuarios | 29.24 |
| Agricultores | 16.83 |
| Operadores de maquinaria agropecuaria | 23.84 |
| Supervisores y capataces industriales | 39.92 |
| Artesanos y obreros | 23.63 |
| Ayudantes de obreros | 19.17 |
| No especificado | 31.61 |
| Total | 31.10 |

Tabla L.2 Valor social del tiempo

| Entidad | VST |
|----------------------|-------|
| Aguascalientes | 29.53 |
| Baja California | 40.10 |
| Baja California Sur | 36.28 |
| Campeche | 31.38 |
| Coahuila de Zaragoza | 33.61 |
| Colima | 32.01 |
| Chiapas | 29.54 |

70 Los datos de la encuesta se procesaron mediante el uso del Programa Estadístico SPSS para Windows.

71 Los iniciadores son aquellas personas que declararon que iban a empezar a trabajar dentro de un periodo de cuatro semanas.

72 Es importante resaltar que este valor no es el promedio del ingreso promedio por hora con y sin prestaciones, sino el que se obtiene sin hacer la distinción.

73 Se supone que las prestaciones sociales y los impuestos representan un 30% del ingreso.

| Entidad | VST |
|---------------------------------|-------|
| Chihuahua | 34.54 |
| Distrito Federal | 35.85 |
| Durango | 28.10 |
| Guanajuato | 27.63 |
| Guerrero | 30.61 |
| Hidalgo | 31.42 |
| Jalisco | 33.11 |
| Estado de México | 27.00 |
| Michoacán de Ocampo | 34.65 |
| Morelos | 26.75 |
| Nayarit | 29.91 |
| Nuevo León | 38.48 |
| Oaxaca | 30.64 |
| Puebla | 28.32 |
| Querétaro Arteaga | 31.88 |
| Quintana Roo | 32.34 |
| San Luis Potosí | 28.12 |
| Sinaloa | 32.45 |
| Sonora | 31.85 |
| Tabasco | 31.74 |
| Tamaulipas | 34.20 |
| Tlaxcala | 26.10 |
| Veracruz de Ignacio de la Llave | 30.08 |
| Yucatán | 26.90 |
| Zacatecas | 27.10 |
| Total | 31.10 |

Alternativamente, utilizando los datos de la ENE, se calculó el VST por hogar. Con este propósito, se determinó el ingreso promedio por hora por hogar⁷⁴. En primer lugar, se identificaron a los individuos que, perteneciendo al mismo hogar, tuviesen las siguientes características comunes: municipio o delegación, estrato, control, vivienda seleccionada, hogar y hogar mudado⁷⁵.

En segundo lugar, se determinó el ingreso por hora y por hogar, sumando el ingreso por hora de cada uno de los miembros que conforman un hogar; además, se identificaron los hogares con y sin prestaciones, en donde un hogar con prestaciones es aquel en el que por los menos un miembro del hogar cuenta con prestaciones. Asimismo, cada hogar se asignó dentro de la ocupación del jefe de familia; esto es, si el jefe de familia declara ser maestro, entonces el hogar se clasifica en la ocupación de maestros y afines. Los hogares en los que el jefe de familia no tiene ocupación, pero algún

otro miembro del hogar si la tiene, se clasifican en una categoría aparte. De igual forma, los hogares que no tienen jefe de familia, pero algún miembro del hogar declara tener ocupación, se clasifican en otra categoría.

Al igual que en el caso de la determinación del valor social del tiempo individual, el ingreso promedio de los hogares con prestaciones se incrementó en 30%, para obtener el ingreso por hora bruto.

Manteniendo los mismos supuestos sobre los parámetros que intervienen en la determinación del VST individual, se obtuvo un VST por hora y por hogar de 52.53 pesos (ver tabla L.3 y L.4).

Tabla L.3 Valor social del tiempo de los hogares

| Tipo de ocupación | VST |
|---|--------|
| El jefe no tiene ocupación pero si algún otro miembro | 45.24 |
| Profesionales | 103.87 |
| Técnicos y personal especializado | 61.75 |
| Maestros y afines | 90.81 |
| Trabajadores del arte | 112.54 |
| Funcionarios públicos y gerentes del sector privado | 116.68 |
| Administradores agropecuarios | 129.26 |
| Oficinistas | 61.32 |
| Vendedores dependientes | 49.96 |
| Vendedores ambulantes | 60.67 |
| Empleados en servicios | 42.41 |
| Trabajadores domésticos | 40.80 |
| Operadores de transporte | 46.49 |
| Protección y vigilancia | 33.97 |
| Mayorales agropecuarios | 62.64 |
| Agricultores | 39.30 |
| Operadores de maquinaria agropecuaria | 39.92 |
| Supervisores y capataces industriales | 66.07 |
| Artesanos y obreros | 46.85 |
| Ayudantes de obreros | 37.57 |
| No especificado | 125.58 |
| No hay jefe de familia pero por lo menos hay un miembro ocupado | 41.55 |
| Total | 52.53 |

Tabla L.4 Valor social del tiempo de los hogares

| Entidad | VST |
|----------------------|-------|
| Aguascalientes | 48.51 |
| Baja California | 70.88 |
| Baja California Sur | 60.82 |
| Campeche | 51.19 |
| Coahuila de Zaragoza | 58.44 |
| Colima | 57.75 |
| Chiapas | 43.58 |
| Chihuahua | 55.00 |

74 Los datos se procesaron con el programa SPSS y Visual FoxPro.

75 Esta variable está diseñada para detectar, a partir de la segunda a la quinta entrevista, los casos en que la vivienda se encuentra ocupada por un hogar distinto al registrado en la primera visita.

| Entidad | VST |
|---------------------------------|-------|
| Distrito Federal | 61.02 |
| Durango | 46.79 |
| Guanajuato | 49.40 |
| Guerrero | 52.97 |
| Hidalgo | 52.12 |
| Jalisco | 58.71 |
| Estado de México | 44.71 |
| Michoacán de Ocampo | 54.62 |
| Morelos | 42.37 |
| Nayarit | 51.76 |
| Nuevo León | 66.96 |
| Oaxaca | 48.25 |
| Puebla | 47.21 |
| Querétaro Arteaga | 57.50 |
| Quintana Roo | 53.71 |
| San Luis Potosí | 46.85 |
| Sinaloa | 62.45 |
| Sonora | 53.34 |
| Tabasco | 56.55 |
| Tamaulipas | 60.92 |
| Tlaxcala | 43.91 |
| Veracruz de Ignacio de la Llave | 44.32 |
| Yucatán | 47.59 |
| Zacatecas | 40.70 |
| Total | 52.53 |

De manera alternativa, se estimó el VST de los individuos y de los hogares, mediante los datos de la Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los Hogares (ENIGH) 2004, realizada por el INEGI. Nuevamente, la población de estudio fue la ocupada de 12 años y más que percibe ingresos, excluyendo a las que reciben algún tipo de transferencia. En el cuadro V.10 se muestra a la población ocupada conforme a 18 categorías ocupacionales, abriéndolas conforme a si declaran o no recibir prestaciones sociales⁷⁶.

Comparando los cuadros obtenidos con base en los datos de la ENE, se observa que los resultados son similares. De igual manera que al utilizar la ENE, se estimó un ingreso promedio total por hora mayor en el caso de las personas con prestaciones sociales (24.81) que sin prestaciones (19.04); además, se observa que el ingreso promedio total por hora es 21.47⁷⁷.

76 Las personas sin prestaciones sociales incluyen a las personas que no declaran si perciben o no alguna prestación social.

77 Al igual que en el caso de la ENE, este valor es el promedio que se obtiene sin hacer la distinción de las prestaciones sociales.

Tabla L.5 Valor social del tiempo

| Tipo de ocupación | VST |
|---|-------|
| Profesionistas | 67.72 |
| Técnicos | 31.55 |
| Trabajadores de la educación | 52.67 |
| Trabajadores del arte, espectáculos y deportes | 55.41 |
| Funcionarios y directivos de los sectores público, privado y social | 89.35 |
| Trabajadores en actividades agrícolas, ganaderas, silvícolas, de caza y pesca | 13.87 |
| Jefes, supervisores y otros trabajadores de control en la fabricación artesanal e industrial y en actividades de reparación y mantenimiento | 42.13 |
| Artesanos y trabajadores fabriles en la industria de la transformación y trabajadores en actividades de reparación y mantenimiento | 23.05 |
| Operadores de maquinaria fija de movimiento continuo y equipos en el proceso de fabricación industrial | 16.73 |
| Ayudantes, peones y similares en el proceso de la fabricación artesanal e industrial y en actividades de reparación y mantenimiento | 15.45 |
| Conductores y ayudantes de conductores de maquinaria móvil y medios de transporte | 23.81 |
| Jefes de departamento, coordinadores y supervisores en actividades administrativas y de servicios | 51.11 |
| Trabajadores de apoyo en actividades administrativas | 24.89 |
| Comerciantes, empleados de comercio y agentes de ventas | 21.09 |
| Vendedores ambulantes y trabajadores ambulantes en servicios | 20.38 |
| Trabajadores en servicios personales en establecimientos | 18.07 |
| Trabajadores en servicios domésticos | 15.77 |
| Trabajadores en servicios de protección y vigilancia y fuerzas armadas | 19.31 |
| Total | 28.29 |

Por otra parte, se determinó el VST para los hogares con la información de la ENIGH, agregando una categoría ocupacional a las 18 que se manejaron a nivel de personas; debido a que en algunos hogares el jefe de familia no declara ocupación, pero sí existe al menos un miembro trabajando. Al igual que en el caso de la ENE, se considera que un hogar tiene prestaciones si al menos un miembro declaró tenerlas. Asimismo, la ocupación de todo el hogar es la ocupación del jefe de familia.

El ingreso por hora y por hogar de la ENIGH se estimó de la misma forma que el basado en la ENE; es decir, se sumó el ingreso por hora de todos los miembros del hogar. El ingreso total por hora y por hogar es mayor en el caso de los hogares con prestaciones (41.47 pesos) que sin prestaciones (26.85). Por último, se encontró que el VST por hora y por hogar estimado a través de los datos de la ENIGH es 45.79 pesos.

Tabla L.6 Valor social del tiempo

| Tipo de ocupación | VST |
|---|--------|
| El jefe de familia no declara ocupación pero si otro miembro del hogar | 32.18 |
| Profesionistas | 119.97 |
| Técnicos | 56.16 |
| Trabajadores de la educación | 72.52 |
| Trabajadores del arte, espectáculos y deportes | 87.98 |
| Funcionarios y directivos de los sectores público, privado y social | 144.00 |
| Trabajadores en actividades agrícolas, ganaderas, silvícolas, de caza y pesca | 25.89 |
| Jefes, supervisores y otros trabajadores de control en la fabricación artesanal e industrial y en actividades de reparación y mantenimiento | 62.99 |
| Artesanos y trabajadores fabriles en la industria de la transformación y trabajadores en actividades de reparación y mantenimiento | 39.08 |
| Operadores de maquinaria fija de movimiento continuo y equipos en el proceso de fabricación industrial | 32.03 |
| Ayudantes, peones y similares en el proceso de la fabricación artesanal e industrial y en actividades de reparación y mantenimiento | 26.84 |
| Conductores y ayudantes de conductores de maquinaria móvil y medios de transporte | 40.02 |
| Jefes de departamento, coordinadores y supervisores en actividades administrativas y de servicios | 80.03 |
| Trabajadores de apoyo en actividades administrativas | 41.93 |
| Comerciantes, empleados de comercio y agentes de ventas | 44.01 |
| Vendedores ambulantes y trabajadores ambulantes en servicios | 51.35 |
| Trabajadores en servicios personales en establecimientos | 30.58 |
| Trabajadores en servicios domésticos | 33.00 |
| Trabajadores en servicios de protección y vigilancia y fuerzas armadas | 31.34 |
| Total | 45.79 |

En la tabla L.7 se muestra el VST que se obtuvo de acuerdo con la encuesta utilizada, en donde podemos observar resultados similares.

Tabla L.7 Valor social del tiempo por tipo de encuesta (en pesos y dólares)

| | | Individuo | Hogar |
|-------|---------|-----------|-------|
| ENE | pesos | 31.10 | 52.53 |
| | dólares | 2.73 | 4.61 |
| ENIGH | pesos | 28.29 | 45.79 |
| | dólares | 2.48 | 4.02 |

Anexo M. Metodología de marco lógico⁷⁹

M.1 Introducción

Por lo regular las tareas de identificación, preparación, evaluación, seguimiento y control de proyectos y programas se desarrollan sin un marco de planeamiento estratégico que permita ordenar, conducir y orientar las acciones hacia el desarrollo integral de un país, región, municipio o institución. Al no estar claros o explícitos los objetivos estratégicos o grandes metas, la asignación de los recursos se determina de manera caprichosa y se encamina hacia múltiples direcciones que no siempre pueden estar en sintonía con las prioridades o necesidades básicas.

Por esta razón, se ha planteado la necesidad de promover e institucionalizar cuatro funciones básicas de planificación: prospectiva o visión de largo plazo, coordinación, evaluación y concertación estratégica. Estas funciones o tareas, independientemente de la institucionalidad que prevalezca, permitirían definir una visión de futuro compartida, facilitarían la formulación concertada de planes y políticas multi-sectoriales, sectoriales o territoriales y apoyarían la gestión por resultados para conocer los impactos y el cumplimiento de metas de los proyectos y programas y respaldarían una mayor participación, tanto pública como privada, en el quehacer nacional, de manera descentralizada y efectiva.

Esta metodología representa un gran apoyo a la gerencia y gestión de los proyectos y programas, donde quedan cabalmente incorporadas las responsabilidades del gerente del proyecto, de los administradores y de los protagonistas institucionales. Esta función gerencial tan importante, pero tan descuidada, que conlleva elementos de liderazgo, de gestión estratégica para conducir procesos complejos e inciertos y la construcción de entornos externos favorables y donde, además, se plantean escenarios reales de “interesados” y “dolientes”, es donde la Metodología de Marco Lógico (MML) ofrece ventajas destacables por cuanto facilita la elaboración de decisiones que por su naturaleza son interconectadas, brinda espacio para una visión dinámica de participación interactiva y sobre la marcha, su utilización se convierte en un proceso de aprendizaje acumulativo, que quizás ninguna otra herramienta ofrezca con tanta validez.

La metodología de marco lógico es una herramienta para facilitar el proceso de conceptualización, diseño, ejecución y evaluación de proyectos. Su énfasis está centrado en la orientación por objetivos, la orientación hacia grupos beneficiarios y el facilitar la participación y la comunicación entre las partes interesadas.

Puede utilizarse en todas las etapas del proyecto: en la identificación y valoración de actividades que encajen en el marco de los programas país, en la preparación del diseño de los proyectos de manera sistemática y lógica, en la valoración del diseño de los proyectos, en la implementación de los proyectos aprobados y en el monitoreo, revisión y evaluación del progreso y desempeño de los proyectos.

El método fue elaborado originalmente como respuesta a tres problemas comunes a proyectos:

- Planificación de proyectos carentes de precisión, con objetivos múltiples que no estaban claramente relacionados con las actividades del proyecto.
- Proyectos que no se ejecutaban exitosamente, y el alcance de la responsabilidad del gerente del proyecto no estaba claramente definida.
- Y no existía una imagen clara de cómo luciría el proyecto si tuviese éxito, y los evaluadores no tenían una base objetiva para comparar lo que se planeaba con lo que sucedía en la realidad.

El método del marco lógico encara estos problemas, y provee además una cantidad de ventajas sobre enfoques menos estructurados:

- Aporta una terminología uniforme que facilita la comunicación y que sirve para reducir ambigüedades;
- Aporta un formato para llegar a acuerdos precisos acerca de los objetivos, metas y riesgos del proyecto que comparten los diferentes actores relacionados con el proyecto;
- Suministra un temario analítico común que pueden utilizar los involucrados, los consultores y el equipo de proyecto para elaborar tanto el proyecto como el informe de proyecto, como también para la interpretación de éste;
- Enfoca el trabajo técnico en los aspectos críticos y puede acortar documentos de proyecto en forma considerable;
- Suministra información para organizar y preparar en forma lógica el plan de ejecución del proyecto;
- Suministra información necesaria para la ejecución, monitoreo y evaluación del proyecto; y

78 Ortegón, Pacheco, Prieto; Instituto Latinoamericano y del Caribe de Planificación Económica y Social, “Metodología del Marco Lógico para la Planificación, el Seguimiento y la Evaluación de Proyectos y Programas”, (ILPES), 2005.

- Proporciona una estructura para expresar, en un solo cuadro, la información más importante sobre un proyecto.

La metodología contempla dos etapas, que se desarrollan paso a paso en las fases de identificación y de diseño del ciclo de vida del proyecto:

- Identificación del problema y alternativas de solución, en la que se analiza la situación existente para crear una visión de la situación deseada y seleccionar las estrategias que se aplicarán para conseguirla. La idea central consiste en que los proyectos son diseñados para resolver los problemas a los que se enfrentan los grupos meta o beneficiarios, incluyendo a mujeres y hombres, y responder a sus necesidades e intereses. Existen cuatro tipos de análisis para realizar: el análisis de involucrados, el análisis de problemas (imagen de la realidad), el análisis de objetivos (imagen del futuro y de una situación mejor) y el análisis de estrategias (comparación de diferentes alternativas en respuesta a una situación precisa).
- La etapa de planificación, en la que la idea del proyecto se convierte en un plan operativo práctico para la ejecución. En esta etapa se elabora la matriz de marco lógico. Las actividades y los recursos son definidos y visualizados en cierto tiempo.

A continuación se explica a mayor detalle esta metodología, así como su aplicación a un caso de protección a centros de población contra inundaciones.

M.2 Sistema del marco lógico: formulación, diseño, y control de proyectos⁷⁹

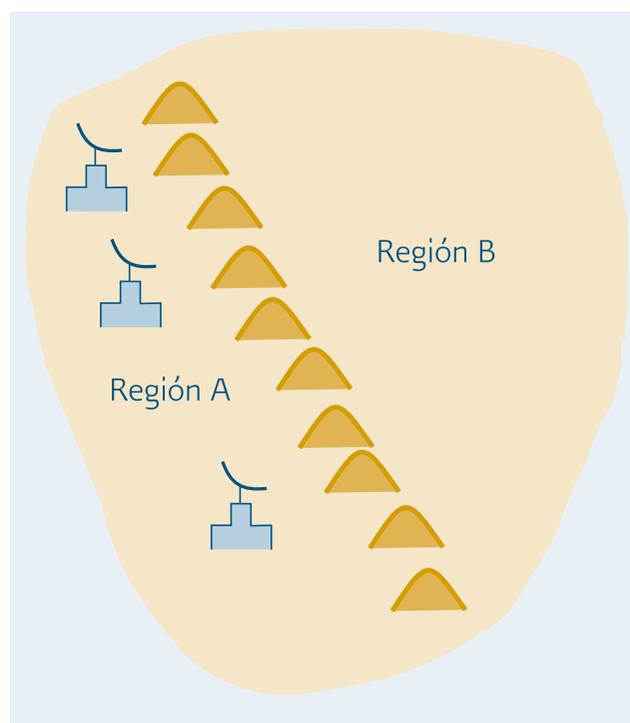
¿Por qué fracasan los proyectos? ¿Porqué grandes obras de infraestructura no son utilizadas? ¿Porqué concesiones privadas deben ser rescatadas? La mayoría de las respuestas a estas preguntas encuentra respuesta en el concepto muy mencionado y poco usado de la planeación, en particular planeación de proyectos.

La experiencia nacional muestra, que en materia de obra pública la planeación de proyectos es un área muy poco trabajada; los efectos de esta carencia, se reflejan en malos proyectos, que en el mediano plazo provocan el empobrecimiento masivo de la nación.

Es justo mencionar que los fenómenos de mala planeación de proyectos se han presentado en todo el mundo, por razones obvias es difícil contar con documentación de proyectos que han fracasado, sin embargo es probable que se encuentre mas enseñanza en estos proyectos que e ningún otro. A continuación se ilustrará un ejemplo "real"

de las consecuencias de evitar la realización de la planeación de proyectos.

En un país "x" de África Central, una institución "y" decidió apoyar un programa de educación a distancia con el objetivo de educar a las poblaciones menos favorecidas de la nación. Geográficamente el país "x", se encuentra dividido en dos por una cordillera montañosa como se ilustra en la figura 1. La división montañosa ha provocado una separación "cultural" de 100 años; en la región "A" se encuentran los centros productivos del país, sin embargo algunos de los habitantes de esta región son nómadas y en muchas zonas no existe electricidad ni agua potable, en la región "B" se encuentran las zonas urbanas, los grandes corporativos, así como el sector comercial y gubernamental.



El proyecto en mención consistía en la construcción de siete centros educativos con el enfoque de "tele-educación", después de haber cumplido con la licitación y todos los compromisos legales se construyeron los centros educativos, cumpliendo con las normas técnicas, legales, ambientales, financieras y demás requisitos. Al aproximarse la fecha de inauguración de los centros, los líderes del proyecto identificaron que era necesario contar con material ex profeso para la impartición de educación a distancia, el material con el que se contaba era adecuado para educación presencial y debió de ser modificado. Se retrasó un par de meses la inau-

79 Velazco Gutiérrez Gerardo, ITESM Campus Guadalajara.

guración, sin embargo, tampoco se contó con facilitadores responsables de la administración de los centros a distancia, y cuando se capacitó a un grupo de ello llevándolos a la “ciudad” el 90% de grupo decidió no regresar.

Superado este problema, se identificó que los líderes étnicos no autorizarían a sus pueblos a asistir a los centros educativos, debido a que no se les había tomado en cuenta. Cuando se lograron superar todos los “imprevistos” mencionados, los centros educativos se encontraban saqueados y muy deteriorados. El costo del proyecto se incrementó en un 70% con un retraso de 18 meses.

En el ejemplo anterior, todos los requerimientos legales, ambientales, financieros, económicos fueron cabalmente cumplidos, no hubo corrupción ni intereses políticos; sin embargo, la visión de los involucrados en el proyecto fue distinta, no hubo un punto de partida común y este factor se reflejó en el fracaso del proyecto.

Entre otras funciones el sistema del marco lógico es útil para:

- Identificar una problemática global a partir de distintos puntos de vista.
- Desarrollar y ajustar el diseño del (los) proyecto(s).
- Proporcionar una guía para preparar los documentos del proyecto.
- Evaluar la calidad de diseño del proyecto.
- Comunicar el diseño del proyecto a los grupos interesados.

Y por ello es considerado una herramienta fundamental en la planeación de proyectos.

M.2.1 Secuencia de la planificación de proyectos: componentes del sistema del marco lógico

En términos generales existen tres apartados dentro del proceso de planeación:

- **Identificación de problemas:** Obtención del resumen narrativo de la problemática común, a partir de declaraciones de todos los involucrados en un problema. Definición de necesidades insatisfechas o áreas de oportunidad.
- **Generación de objetivos:** Partiendo del diagnóstico resultante de la identificación de problemas se estiman las metas que contribuyen a solucionar la problemática definida.
- **Alternativas posibles:** Al convertir las metas (verbos) o situaciones deseadas en proyectos específicos (sustantivos) se generan de manera natural múltiples alternativas de proyectos, cabe hacer mención que dichas alternativas deberán ser jerarquizadas utilizando un criterio de rentabilidad común a todas, para generar efectivamente un sistema de inversiones.

Cualquier alternativa puede ser documentada para dar seguimiento y control de proyectos, a continuación se describirán cada uno de los productos con los que el sistema del marco lógico cuenta para realizar la planeación de proyectos.

M.2.2 Análisis de involucrados

El análisis de involucrados probablemente sea el proceso más costoso del sistema de marco lógico, esto es debido a que se debe hacer coincidir a todos los grupos relacionados con una problemática común. Es importante hacer énfasis en que se debe obtener el punto de vista de todos los involucrados, y no solo de aquellos con los que se coincida, contiene los siguientes puntos:

- Identificación de todos los grupos relacionados en una problemática común.
- Qué problemas son percibidos y que cambios son requeridos, deseados y practicables desde el punto de vista del grupo meta (beneficiario final del proyecto), o sea
- Qué cambios son deseables desde el punto de vista de los niveles de decisión para un proyecto: organismos públicos, la gerencia de una organización, etc.
- Qué mandatos, capacidades y recursos tienen los organismos de ejecución definidos o potenciales para poder ejecutar el proyecto.
- Y, por consiguiente, qué contribuciones externas necesitan los organismos ejecutores para poder ejecutar el proyecto y lograr producir los componentes del proyecto.
- Qué mandatos, recursos, políticas y prioridades tienen los organismos externos, en relación con el financiamiento de un proyecto.

Para ilustrar los productos generados en el sistema del marco lógico se analizará de manera resumida, la problemática asociada al “pérdida de vidas por inundaciones del río X”, el primer paso consiste en identificar a todos los involucrados en esta problemática.

El producto típico del análisis de involucrados es llamado “Tabla de involucrados”, y tiene el siguiente formato:

| Grupos | Intereses | Problemas percibidos | Recursos y mandatos | Interés en una estrategia (indicar) | Conflictos potenciales |
|-------------------------|-----------|----------------------|---------------------|-------------------------------------|------------------------|
| Población | | | | | |
| Líderes populares | | | | | |
| Autoridades municipales | | | | | |
| Autoridades federales | | | | | |

Las columnas de mayor relevancia son las columnas “Grupos” y “Problemas percibidos”, debido a que identifican el resumen narrativo de la problemática de cada uno de los grupos involucrados, esta información debe de provenir de líderes de opinión de cada grupo gremial. Se debe de solicitar la lista de problemas percibidos, de manera enunciativa y no concertada, con el fin de que no se llegue a diagnósticos parciales, generalmente se inicia con una pregunta de salida que ponga en manifiesto el problema de “mayor nivel” y común, de todos los involucrados.

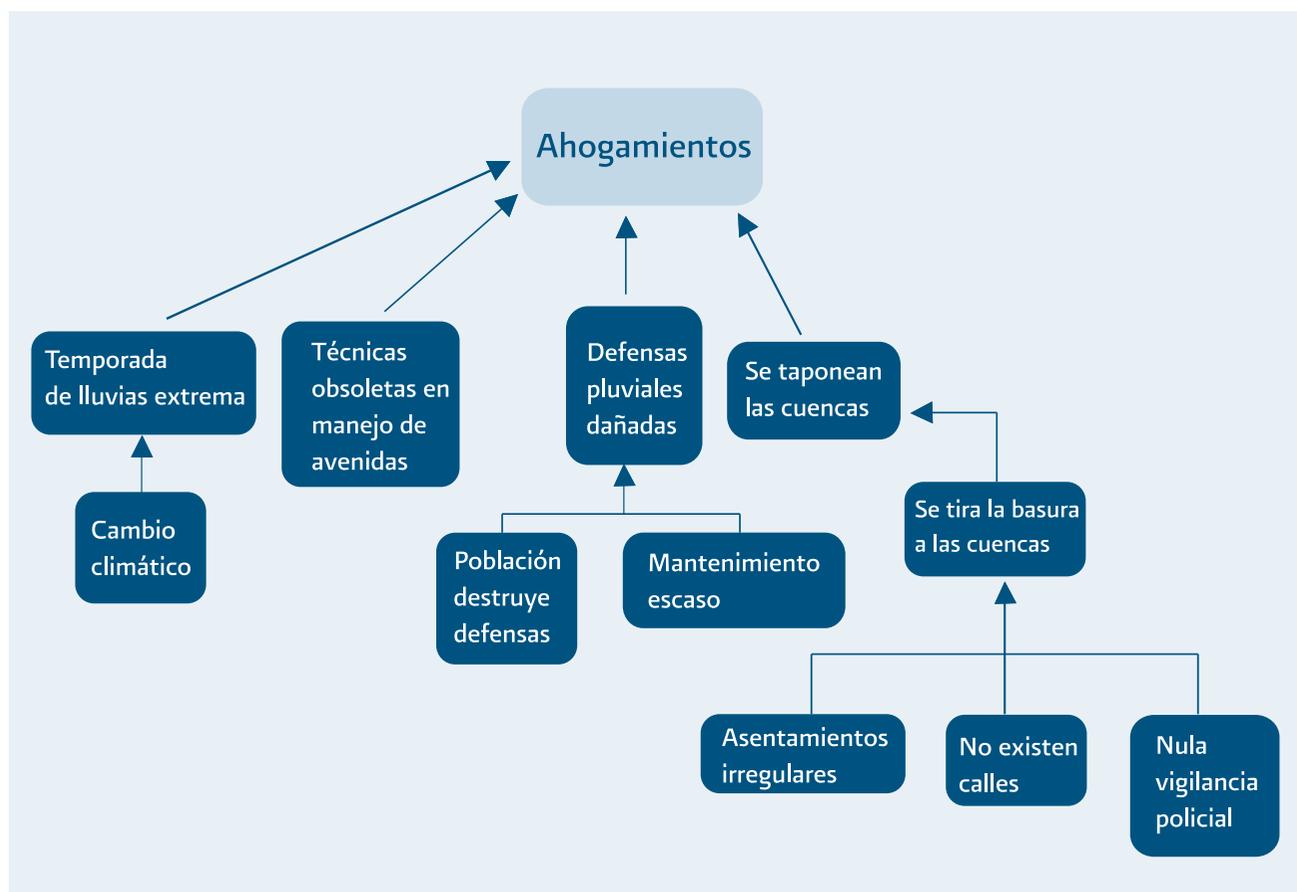
La columna de “Intereses”, refleja la situación que persigue cada grupo en el largo plazo. “Recursos y mandatos”, ilustra los poderes con los que cada grupo cuenta (leyes, dinero, voto). “Conflictos potenciales” alerta al líder de proyecto sobre factores externos que podrán afectar al proyecto.

M.2.3 Análisis de problemas

Una vez que se ha extraído el resumen narrativo de la problemática de cada uno de los grupos involucrados, se deberá establecer la relación secuencial existente entre los problemas individuales expresados, estableciendo vínculos causa-efecto.

El entregable de esta etapa es conocido como “Árbol de problemas”, debido a que los problemas identificados se entrelazan formando cadenas o “Ramas”, entre otras funciones, el árbol de problemas es una herramienta que permite lo siguiente:

- Analizar la situación en relación con la problemática en la forma que la perciben los involucrados.
- Identificar los problemas principales en este contexto.
- Visualizar las relaciones de causa-efecto en el árbol de problemas.
- Mostrar las interrelaciones entre los problemas.
- Comenzar a mostrar el camino para solucionar los problemas.
- El árbol de problemas simplificado, para el caso de ejemplificación tendría la siguiente forma:



M.2.4 Análisis de soluciones

El tercer paso del sistema del marco lógico, parte de diagnóstico realizado en el árbol de problemas y es considerado como el “positivo” del análisis de problemas. El objetivo de este componente es establecer cuales son las acciones que permiten resolver la problemática reflejado en el árbol de problemas, el entregable de este paso es conocido como “Árbol de soluciones” y establece la relación medio-fin que satisface a la problemática global.

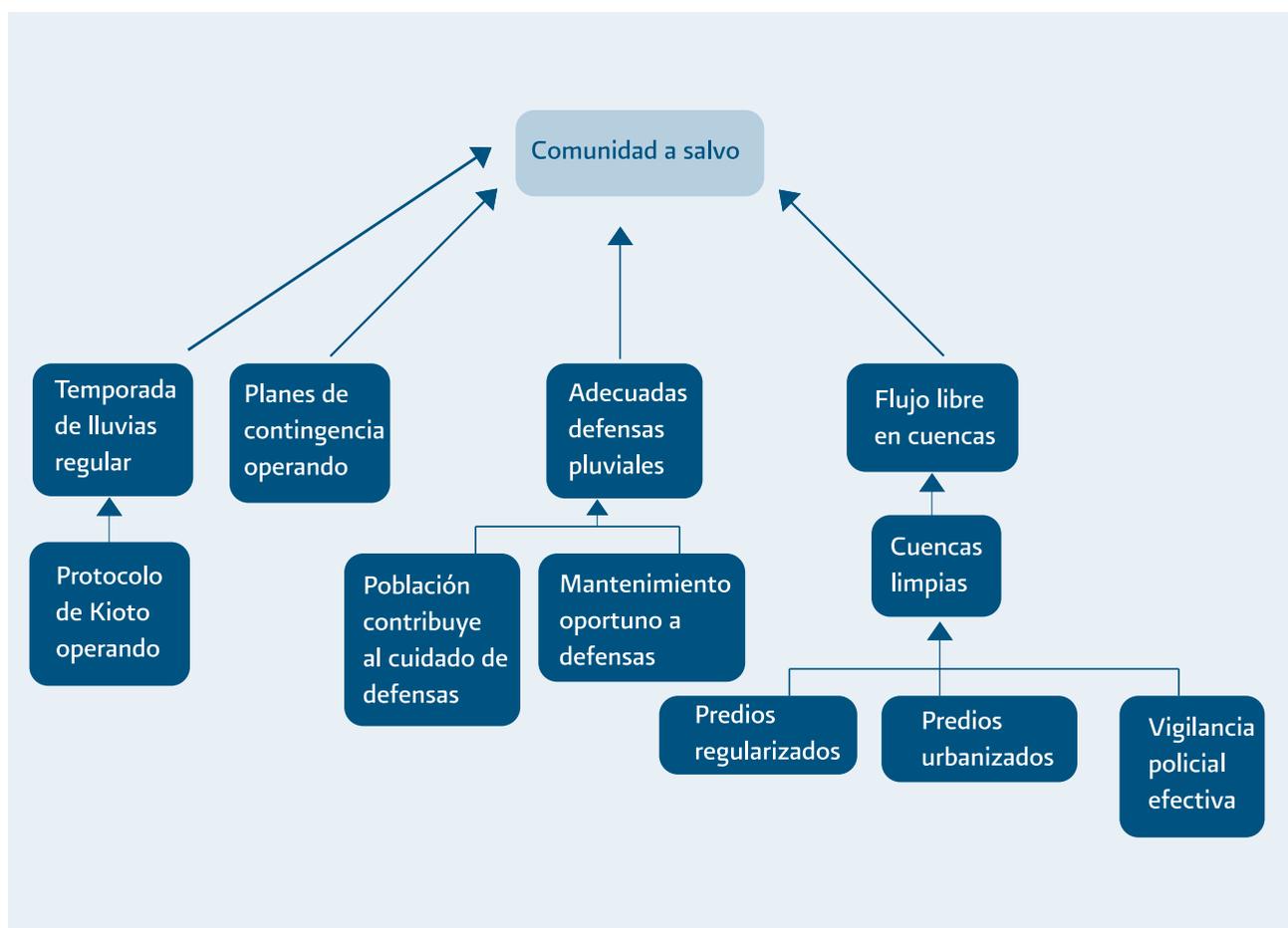
El árbol de soluciones permite lograr lo siguiente:

- Describe una situación que podría existir después de solucionar los problemas.
- Identifica las relaciones medios-fines entre los objetivos.
- Visualiza estas relaciones medios-fines en un diagrama (árbol de objetivos).

El árbol de objetivos permite visualizar todas las situaciones que se requieren para solucionar la problemática global, cabe hacer mención que si existe algún objetivo que no haya sido considerado por el árbol de problemas

es válido incorporarlo en este apartado. Para el ejemplo el árbol de objetivos tendría la siguiente forma:

Vale la pena mencionar, que existirán problemas cuya solución no se encuentre en el alcance de los involucrados, como por ejemplo el problema del “Cambio climático”, sin embargo es importante considerarlo e incluirlo en el análisis de objetivos.



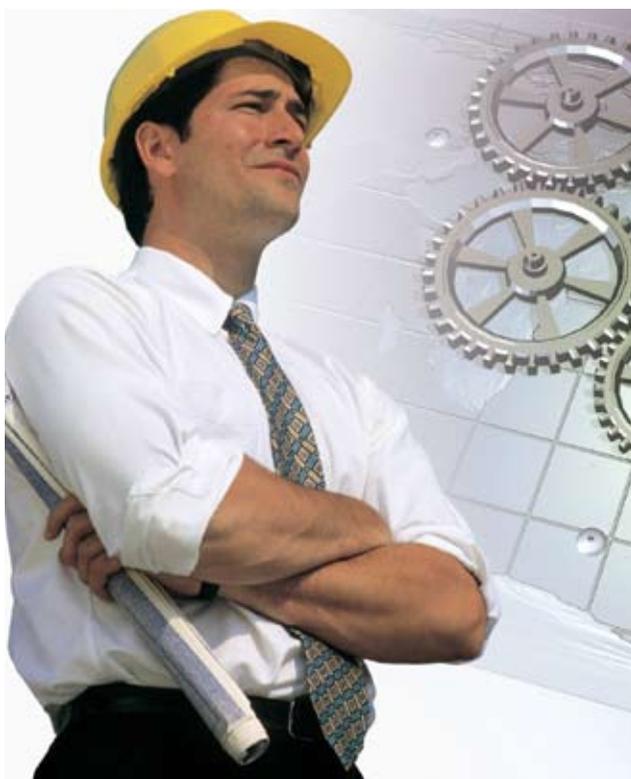
M.2.5 Análisis de alternativas

Hasta este momento el análisis realizado se ha concentrado en identificar situaciones tales como problemas, áreas de oportunidad y acciones deseables de alcanzar, todas estas situaciones son verbos sin que concreten en acciones específicas conocidas como proyectos, no obstante el identificar los objetivos necesarios a alcanzar evita el encasillar la acción del planeador a un proyecto en particular, antes bien, el marco lógico promueve la formulación de alternativas que pudiendo ser excluyentes alivien la problemática identificada por distintos caminos. Este proceso es conocido como análisis de alternativas y debe de tener una finalidad selectiva que buscará jerarquizar una serie de proyectos en función de la combinación que optimice la asignación de recursos.

El análisis de alternativas permite lo siguiente:

- Identificar soluciones alternativas que puedan llegar a ser estrategias del proyecto.
- Seleccionar una o más estrategias potenciales del proyecto.
- Decidir la estrategia a ser adoptada por el proyecto.

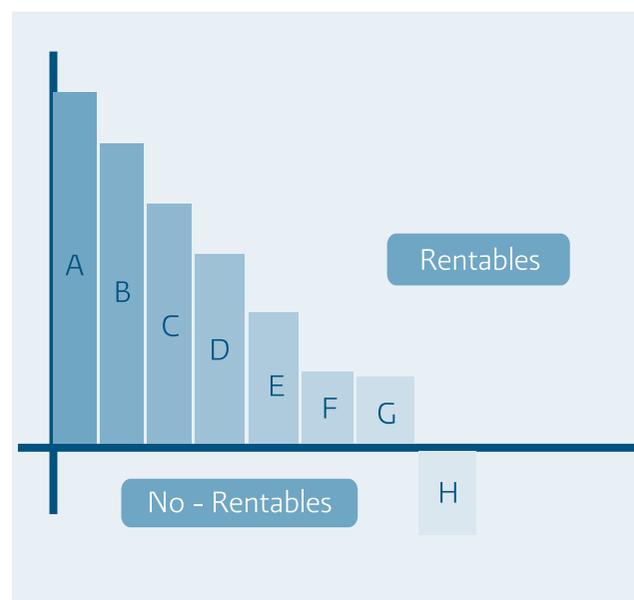
Cabe hacer énfasis en que para seleccionar a favor de alguna de las alternativas se debe de emplear el criterio de rentabilidad que sea más conveniente para el sector, y una vez identificado este criterio, debe ser utilizado para evaluar



todas las alternativas viables. Algunos de los criterios de rentabilidad comunes son los siguientes:

- Problemas e intereses de los involucrados.
- Recursos y mandatos de los involucrados
- Recursos a disposición del proyecto.
- Probabilidad de alcanzar los objetivos.
- Factibilidad política.
- Relación costo/beneficio.
- Relación costo/efectividad.
- Efecto sobre el flujo de caja.
- Criterios de medio ambiente.
- Criterios de género.
- Riesgos sociales.
- Horizonte del proyecto.
- Sustentabilidad.

El aplicar este proceso de manera sistemática permite jerarquizar las alternativas dentro de una problemática común y conformar un banco de proyectos que se puede utilizar como programa de inversiones.



M.2.6 Matriz del marco lógico

La matriz del marco lógico tiene una estructura tabular de cuatro por cuatro, donde se documenta toda la información de diseño de un proyecto específico. De manera general registra los objetivos del proyecto, los indicadores éxito del proyecto, los medios de verificación y permite identificar premisas o supuestos que de no cumplirse podrían afectar el éxito del proyecto sin que el líder del proyecto tenga control sobre ellos.

| | Resumen Narrativo | Indicadores | Medios de Verificación | Supuestos |
|-------------|-------------------|-------------|------------------------|-----------|
| FIN | | | | |
| Propósitos | | | | |
| Componentes | | | | |
| Actividades | | | | |

La matriz cuenta con tres lógicas, una vertical descendente, una horizontal y una en diagonal. Cada una de ellas se detallará a continuación.

Lógica vertical descendente

Teniendo como insumo el árbol de objetivos, la matriz del marco lógico en la primera columna registra el “Resumen Narrativo” de los objetivos que perseguirá el proyecto. Esta columna está compuesta por los objetivos en distintos niveles: fin, propósito, componentes y actividades.

b. Fin

Es el objetivo de mayor jerarquía. El éxito del proyecto contribuirá a alcanzarlo, no implica que el proyecto en sí mismo, será suficiente para lograrlo, tampoco implica que se logrará poco después de que el proyecto esté en funcionamiento. De realizarse exitosamente el proyecto y de cumplirse algunas otras acciones (supuestos) en el largo plazo se logrará alcanzar el fin.

c. Propósito

Es el resultado esperado al final del período de ejecución y es único para cada proyecto. El logro del propósito está fuera del control y área de responsabilidad del gerente del proyecto, si hay más de un propósito, se requerirá más de un marco lógico, y esto refleja que existe más de un proyecto. Cada marco lógico subordinado tiene un propósito específico, el proyecto trata cada propósito por separado (subproyecto) con su propio matriz.

d. Componentes

También llamados “entregables de proyecto”, son obras, estudios, servicios, y capacitación que se producirán bajo la completa responsabilidad del gerente de proyecto, la “suma” de los componentes es necesaria, más no suficiente, para lograr el propósito. Hay que hacer una lista de componentes en orden de importancia, así se puede jerarquizar y realizar el programa de obra.

Un error común que es importante evitar, es el incurrir en “Tautologías”, una tautología implica, que la suma de los componentes por si solos describen en su totalidad el objetivo expresado en el propósito, por ejemplo:

- Propósito (tautológico): Técnicas e infraestructura agrícola mejorada. (Factores controlables por el gerente)
- Propósito (correcto). Producción de arroz incrementada. (Factores no controlables por el gerente: Depende de otros factores como el clima)

Componentes:

1. Sistema de riego por goteo ha sido instalado y operando.
2. Semilla híbrida mejorada sembrada.
3. Cosecha mecanizada contratada.

e. Actividades

Son todas aquellas acciones requeridas para lograr cada uno de los componentes, estas acciones a su vez pueden estar compuestas por subactividades, el grado de detalle de la descripción de cada actividad dependerá de cada proyecto. De una correcta descripción de las actividades dependerá la adecuada programación de la obra. Es comúnmente aceptado utilizar esta celda del Marco Lógico como base para la elaboración del Gantt y de la definición de la ruta crítica.

Son las tareas que el ejecutor tiene que llevar a cabo para producir cada componente, debe hacerse una lista detallada de actividades porque son el punto de partida del plan de ejecución.

Retomando el ejemplo ilustrado en los árboles de problemas y soluciones, se ilustra la primera lógica, del proyecto “Mejora de las defensas pluviales para el Río XX”

Tabla M.1 Proyecto: “Mejora de las defensas pluviales para el Río XX”

| | Resumen narrativo | Indicadores | Medios de verificación | Supuestos |
|-------------|--|-------------|------------------------|-----------|
| Fin | Número de muertes por ahogamiento reducido | | | |
| Propósito | Nivel de inundaciones reducido | | | |
| Componentes | 1. Programa de Mantenimiento preventivo a las defensas pluviales 2. Programa de educación ciudadana respecto al cuidado de las defensas pluviales | | | |

| | Resumen narrativo | Indicadores | Medios de verificación | Supuestos |
|-------------|---|-------------|------------------------|-----------|
| Actividades | 1.1 Diagnóstico 1.1.1. Análisis del suelo 1.1.2. Contratar hidrólogo Análisis sociodemográfico | | | |
| | Mejoras técnicas Programación de acciones Diagnóstico de la población Identificación de líderes Elaboración de cursos | | | |

Lógica horizontal

f. Indicadores

“Lo que no es medido, no es controlado”, esta frase ilustra la utilidad de los indicadores de desempeño, entre otras ventajas los indicadores de desempeño:

- Proporcionan la base para el monitoreo y la evaluación.
- Muestran cómo puede ser medido el éxito de un proyecto.
- Especifican de manera precisa cada objetivo (componente, propósito, fin).
- Establecen metas para medir si se ha cumplido un objetivo.
- Conceptos claves para la formulación de indicadores:
- Los indicadores deben estar señalados en términos de cantidad, calidad y oportunidad.
- Deben ser objetivos, de preferencia no generados por el gerente del proyecto
- Los indicadores del propósito deben medir el impacto al terminar el proyecto.
- Identifican la evidencia que demostrará los logros obtenidos en cada nivel.
- Los logros pueden ser verificados en forma “objetiva” a fin de que el equipo de proyecto, el ejecutor y el evaluador, puedan llegar a un acuerdo sobre lo que la evidencia implica.
- Medir lo que es importante.
- Establecer metas específicas:

| | |
|---------------|----------|
| ¿Cuánto? | CANTIDAD |
| ¿De qué tipo? | CALIDAD |
| ¿Cuándo? | TIEMPO |

El proceso de definir los indicadores nos obliga a asegurar que los objetivos sean claros y precisos. Un buen indicador debe de cumplir con las siguientes características:

- Objetivo: Cantidad, calidad y tiempo
- Verificable objetivamente
- Práctico y barato
- Independiente

Con frecuencia es necesario formular más de un indicador para especificar diferentes aspectos de un objetivo, deben proporcionarse metas para diferentes momentos (e.g. Anuales) para permitir el monitoreo periódico de los componentes (resultados).

Si hay problemas de información, deben buscarse otros indicadores o agregar una actividad nueva para genere al indicador: por ejemplo alguna encuesta de satisfacción. Si la verificación de un indicador es muy compleja o de costo muy alto, o si los cambios tendrán lugar después de transcurrido mucho tiempo, debe buscarse indicadores “proxy” o indicadores indirectos.

g. Medios de verificación

Los medios de verificación son los reportes, oficiales y periódicos que contienen a los indicadores, las características de los medios de verificación son las siguientes:

- Nombre del reporte
- Institución quien es responsable de generarlos
- Periodicidad del reporte

Los medios de verificación permiten identificar fuentes de información existentes (confiables) o hacer previsiones para obtenerla, si no existieran reportes adecuados para ser medios de verificación se debe incluir como actividad la elaboración de dichos reportes, en el diseño del proyecto.



Tabla M.2 Continuando con el ejemplo: “Mejora de las defensas pluviales para el Río XX”

| | Resumen narrativo | Indicadores | Medios de verificación | Supuestos |
|-------------|---|---|-----------------------------------|-----------|
| Fin | Número de muertes por ahogamiento reducido | Reducción del 75% de muertes por ahogamiento en el 2007 a causa de las inundaciones del Río XX | Informe Anual Cruz Roja. | |
| Propósito | Nivel de inundaciones reducido | Reducción en 50% las alertas de protección civil durante la temporada de lluvias del 2007. | Informe Mensual Protección Civil. | |
| Componentes | 1. Programa de Mantenimiento preventivo a las defensas pluviales 2. Programa de educación ciudadana respecto al cuidado de las defensas pluviales | 1. 100% de las pruebas de control de calidad aprobadas en las inspecciones de la defensas en el 2007. 2. 100% de comités ciudadanos de vigilancia operando en el 2007. | Bitácoras Municipales. | |
| Actividades | 1.1 Diagnóstico 1.1.1. Análisis del suelo 1.1.2. Contratar hidrólogo 1.1.3. Análisis sociodemográfico 1.2. Mejoras técnicas 1.3. Programación de acciones 2.1. Diagnóstico de la población 2.2. Identificación de líderes 2.3. Elaboración de cursos | Presupuesto | Estados Auditados. | |

Lógica diagonal ascendente

Hemos hablado sobre factores externos a cualquier proyecto, que pueden influir significativamente en el éxito del mismo. La matriz del marco lógico documenta en un apartado específico estas situaciones, catalogadas como “Supuestos del proyecto”.

Dependiendo del proyecto existirán supuestos: ambientales, financieros, institucionales, sociales, climatológicos, y todo lo demás que puede hacer fracasar un proyecto. Se requiere identificar el riesgo en cada etapa: actividad, componente, propósito y meta, expresando dicho riesgo como un supuesto, que tendrá que cumplirse para avanzar al nivel siguiente en la jerarquía de objetivos:

- “Si llevamos a cabo las actividades y ciertos supuestos se cumplen, produciremos los componentes indicados...”
- “Si producimos componentes y ciertos supuestos de cumplen alcanzaremos el propósito...”



Para establecer la validez de un supuesto se sugiere seguir el siguiente procedimiento:

El efecto:

1. ¿Es externo al proyecto?
SI NO (No es supuesto)
2. ¿Es importante?
SI NO (No incluir)
3. ¿Cuál es la probabilidad de ocurrencia?
No es probable Probable
Muy probable SUPUESTO (No incluir)
4. ¿Puede ser rediseñado el proyecto?
SI NO⁸⁰

El Sistema del Marco Lógico permite identificar proyectos partiendo de necesidades sectoriales, una vez identi-

ficados, permite documentar y proporcionar a todos los agentes involucrados una visión común de un proyecto determinado. Adicionalmente establece las bases necesarias para el control y el seguimiento Ex-Post de proyectos. En general, de una manera ordenada, secuencial y sobretodo lógica, permite definir una plataforma común para entender cualquier proyecto.

80 Si no es probable que se cumpla es supuesto y el proyecto no se puede rediseñar, entonces el proyecto tiene un alto riesgo a fracasar, este supuesto se conoce como "supuesto fatal".

Ilustrando el ejemplo: Tabla M.3 Proyecto: "Mejora de las defensas pluviales para el Río XX "

| | Resumen narrativo | Indicadores | Medios de verificación | Supuestos |
|-------------|---|--|-----------------------------------|--|
| Fin | Número de muertes por ahogamiento reducido | Reducción del 75% de muertes por ahogamiento en el 2007 a causa de las inundaciones del Río XX | Informe Anual Cruz Roja. | Voluntad Política |
| Propósito | Nivel de inundaciones reducido | Reducción en 50% las alertas de protección civil durante la temporada de lluvias del 2007. | Informe Mensual Protección Civil. | Se evitan asentamientos en los causes. |
| Componentes | 1. Programa de Mantenimiento preventivo a las defensas pluviales 2. Programa de educación ciudadana respecto al cuidado de las defensas pluviales | 1. 100% de las pruebas de control de calidad aprobadas en las inspecciones de las defensas en el 2007. 2. 100% de comités ciudadanos de vigilancia operando en el 2007. | Bitácoras Municipales. | Se limpian las cuencas de basura. |
| Actividades | 1.1 Diagnóstico 1.1.1. Análisis del suelo 1.1.2. Contratar hidrólogo 1.1.3. Análisis sociodemográfico 1.2. Mejoras técnicas 1.3. Programación de acciones 2.1. Diagnóstico de la población 2.2. Identificación de líderes 2.3. Elaboración de cursos | Presupuesto | Estados Auditados. | Recursos en calidad cantidad y oportunidad existentes. |

Esta edición consta de 500 ejemplares
Septiembre, 2008



www.conagua.gob.mx